

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-250385

(43)Date of publication of application : 27.09.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/02

G01N 21/88

H01L 21/66

(21)Application number : 07-054298

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 14.03.1995

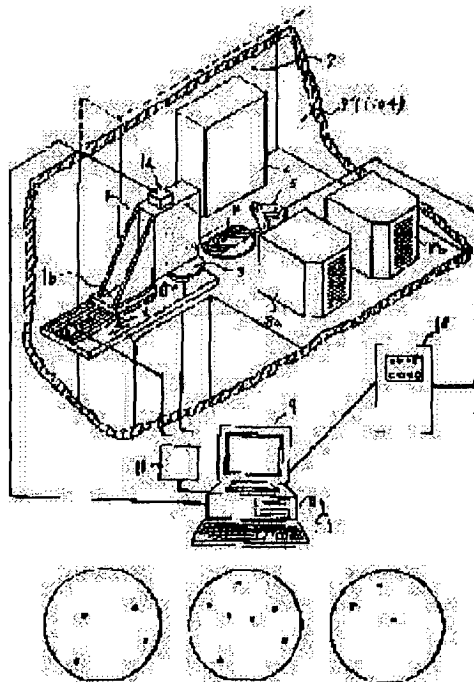
(72)Inventor : KENBO YUKIO
SHIBA MASATAKA
MORIOKA HIROSHI
NISHIYAMA HIDETOSHI
DOI HIDEAKI
NOGUCHI MINORU
SHIGYO YOSHIHARU
MATSUOKA KAZUHIKO
WATANABE KENJI
OSHIMA YOSHIMASA
TANIGUCHI YUZO
ENDO FUMIAKI

(54) SEMICONDUCTOR PRODUCING METHOD AND THE SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase a manufacturing yield by a method wherein the number of foreign matters to adhere to work before and after a process treatment, and by comparing the number of foreign matters adhered to work before the process with that after the process, the number of foreign matters adhered to work in the processing is processed.

CONSTITUTION: Before a work (wafer) 4 is carried from work supply stations 8a, 8b to a process execution chamber 7, after an adhering condition of foreign matter, etc., to the work 4 is measured by a foreign matter detector 1, the work 4 is carried to the execution chamber 7 to perform film forming process and etching process. Next, the work 4 after the process treatment is measured for an adhering condition of foreign matter, etc., by the foreign matter detector 1, and thereafter, the work 4 is received in the stations 8a, 8b. At this time, the results of the adhering condition of foreign matter, etc., to the measured work 4 are processed in a data processing part 9 and stored in a memory. The processing part 9 performs a comparison processing of the number of foreign matters or a foreign matter detecting position between a foreign matter map before the process treatment and the foreign matter map after the treatment to display the increased foreign matter map.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.09.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 18.03.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(11)特許出願公開番号

特開平8-250385

(43)公開日 平成8年(1996)9月27日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/02			H 0 1 L 21/02	Z
G 0 1 N 21/88			G 0 1 N 21/88	E
H 0 1 L 21/66			H 0 1 L 21/66	Z
				J

審査請求 未請求 請求項の数34 O L (全 39 頁)

(21)出願番号	特願平7-54298	(71)出願人	000005108 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22)出願日	平成7年(1995)3月14日	(72)発明者	見坊 行雄 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式 会社日立製作所生産技術研究所内
		(72)発明者	芝 正孝 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式 会社日立製作所生産技術研究所内
		(72)発明者	森岡 洋 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式 会社日立製作所生産技術研究所内
		(74)代理人	弁理士 高橋 明夫 (外1名)

最終頁に続く

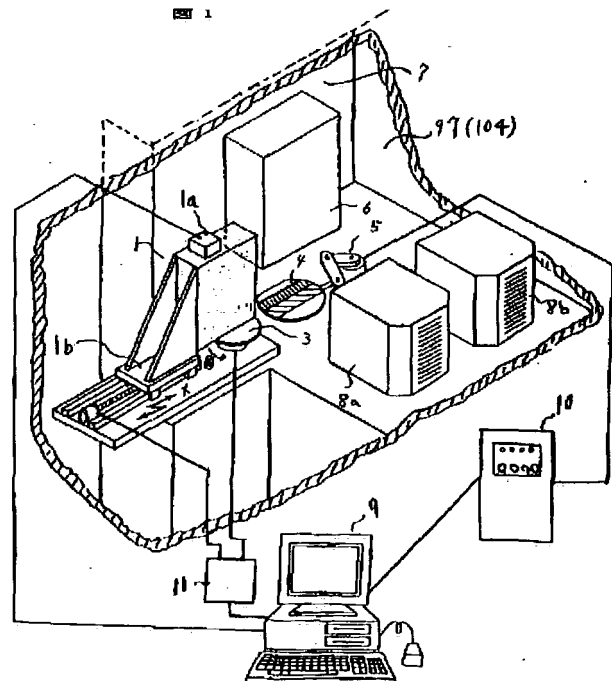
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体生産方法及びそのシステム

(57) 【要約】

【目的】本発明の目的は、様々なプロセス処理装置において半導体ウエハ、ＴＦＴ基板等の半導体基板に対して異常な付着異物の発生を低減して半導体基板を高歩留まりで生産できるようにした半導体生産方法及びそのシステムを提供することにある。

【構成】本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置 1 により、プロセス処理前後のワーク（半導体基板）への付着異物状態を計測し、処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいて前記プロセス処理装置へのワークの投入を制御し、この投入が制御されたワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測し、処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理におけるワークへの付着異物状態を管理して前記ワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項2】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワーク（半導体基板）への付着異物状態を計測し、処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいて前記プロセス処理装置へのワークの投入を制御し、この投入が制御されたワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項3】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理装置における清掃の時期又はそのサイクルを制御し、この制御されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項4】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理装置における清掃の時期又はそのサイクルを制御し、この制御されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項5】製品保管棚に設置された異物検査装置により製品保管棚に保管されたワークへの異物付着状態を計測し、この計測されたワークをプロセス処理装置により生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項6】製品保管棚に設置された異物検査装置により製品保管棚に保管されたワークへの異物付着状態を計測し、該計測されたワークへの異物付着状態に基づいてワークの次工程への払出を制御してワークを生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項7】着エロット単位或いはワーク単位にワーク

への異物付着状態について計測し、該計測されたワークへの異物付着状態が、時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止してワークを生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項8】着エロット単位或いはワーク単位にワークへの異物付着状態について計測し、該計測されたワークへの異物付着状態が、時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、アラームを発生して着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止し、ワークを生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項9】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物数を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止して該プロセス処理を制御し、この制御されたプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項10】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止して該プロセス処理を制御し、この制御されたプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項11】既知のワーク解析事例のワークの異物マップとその原因をデータベースに登録しておき、次に計測したワークの計測結果、異常ワークに対して既知のデータと比較し、類似の場合どういう不良モードかを指示することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項12】既知のワーク解析事例のワークの異物マップとその原因とをデータベースに登録しておき、次に計測したワークの計測結果、異常ワークに対して既知のデータと比較してプロセス処理装置のクリーニング方法を指示することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項13】既知のワーク解析事例のワークの異物マップとその原因とをデータベースに登録しておき、次に

計測したワークの計測結果、異常ワークに対して既知のデータと比較し、更なる検査指示をだすことを特徴とする半導体生産方法。

【請求項 1 4】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその不良原因との対応を示すデータベースに基づいて不良原因を推定して該不良原因を取り除くようにプロセス処理を制御し、この制御されたプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項 1 5】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物数が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその不良原因との対応を示すデータベースに基づいて不良原因を推定して該不良原因を取り除くようにプロセス処理を制御し、この制御されたプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項 1 6】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているプロセス処理装置の処理条件とワークへの異物発生状況との相関関係を示すデータベースに基づいて不良処理条件を推定して該不良処理条件を取り除くようにプロセス処理の処理条件を制御し、この制御された処理条件におけるプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項 1 7】プロセス処理装置に設置された異物検査

装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているプロセス処理装置の処理条件とワークへの異物発生状況との相関関係を示すデータベースに基づいて不良処理条件を推定して該不良処理条件を取り除くようにプロセス処理の処理条件を制御し、この制御された処理条件におけるプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項 1 8】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、ワークへの付着異物状態を計測し、この計測されたワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその清掃条件との対応を示すデータベースに基づいて清掃条件を推定して該清掃条件によりプロセス処理装置における清掃を実行し、この実行されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項 1 9】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物数が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその清掃条件との対応を示すデータベースに基づいて清掃条件を推定して該清掃条件によりプロセス処理装置における清掃を実行し、この実行されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項 2 0】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、ワークへの付着異物状態を計測し、この計測されたワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間

変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとプロセス処理装置との対応を示すデータベースに基づいてプロセス処理装置を特定して該特定されたプロセス処理装置において清掃を実行し、この実行されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項21】プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物数が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとプロセス処理装置との対応を示すデータベースに基づいてプロセス処理装置を特定して該特定されたプロセス処理装置において清掃を実行し、この実行されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【請求項22】プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、前記ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測される処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理におけるワークへの付着異物状態を管理する管理手段を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【請求項23】プロセス処理前後のワーク（半導体基板）への付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置により計測された処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいて前記プロセス処理装置へのワークの投入を制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【請求項24】少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置により計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、

該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理装置における清掃の時期又はそのサイクルを制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【請求項25】プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測された処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理装置における清掃の時期又はそのサイクルを制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【請求項26】製品保管棚に保管されたワークへの異物付着状態を計測する異物検査装置を、製品保管棚内に設置し、該異物検査装置で計測されたワークをプロセス処理して生産するプロセス処理装置を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【請求項27】製品保管棚に保管されたワークへの異物付着状態を計測する異物検査装置を、製品保管棚内に設置し、該異物検査装置で計測されたワークへの異物付着状態に基づいてワークの次工程への払出を制御する制御手段を備え、該制御手段で払出されたワークをプロセス処理して生産するプロセス処理装置を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【請求項28】着エロット単位或いはワーク単位にワークへの異物付着状態について計測する異物検査装置を備え、該異物検査装置で計測されたワークへの異物付着状態が、時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止してワークを生産するプロセス処理装置を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【請求項29】着エロット単位或いはワーク単位にワークへの異物付着状態について計測する異物検査装置を備え、該異物検査装置で計測されたワークへの異物付着状態が、時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、アラームを発生して着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止し、ワークを生産するプロセス処理装置を備えたことを特徴とした半導体生産システム。

【請求項30】少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物数を着エロット単

位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止して該プロセス処理を制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体装置の生産システム。

【請求項31】少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその不良原因との対応を示すデータベースに基づいて不良原因を推定して該不良原因を取り除くようにプロセス処理を制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【請求項32】少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているプロセス処理装置の処理条件とワークへの異物発生状況との相関関係を示すデータベースに基づいて不良処理条件を推定して該不良処理条件を取り除くようにプロセス処理の処理条件を制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【請求項33】ワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測されたワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその清掃条件との対応を示すデータベースに基づいて清掃条件を推定して該清掃条件によりプロセ

ス処理装置における清掃を実行する実行手段を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【請求項34】ワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測されたワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとプロセス処理装置との対応を示すデータベースに基づいてプロセス処理装置を特定して該特定されたプロセス処理装置において清掃を実行する実行手段を備えたことを特徴とする半導体生産システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体ウエハ、TF T基板等の半導体基板に対して成膜するスパッタ装置及びCVD装置、パターンを形成するエッチング装置、レジスト塗布装置、露光装置、洗浄装置等様々なプロセス処理装置において半導体ウエハ、TF T基板等の半導体基板に対して異常な付着異物の発生を低減して半導体基板を高歩留まりで生産できるようにした半導体生産方法及びそのシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】上記半導体生産方法及びそのシステムに関する従来技術としては、特開平5-218163号公報及び特開平3-44054号公報が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来技術には、半導体ウエハ、TF T基板等の半導体基板に対して成膜するスパッタ装置及びCVD装置、パターンを形成するエッチング装置、レジスト塗布装置、露光装置、洗浄装置等様々なプロセス処理装置において半導体ウエハ、TF T基板等の半導体基板に対して異常な付着異物の発生を低減して半導体基板を高歩留まりで生産できるようにするという課題に対しては充分考慮されていなかった。

【0004】本発明の目的は、上記課題を解決すべく、半導体ウエハ、TF T基板等の半導体基板に対して成膜するスパッタ装置及びCVD装置、パターンを形成するエッチング装置、レジスト塗布装置、露光装置、洗浄装置等様々なプロセス処理装置において半導体ウエハ、TF T基板等の半導体基板に対して異常な付着異物の発生を低減して半導体基板を高歩留まりで生産できるようにした半導体生産方法及びそのシステムを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、プロセス装置に異物検査装置を搭載し、プロセス処理前後のワーク（半導体基板）への付着異物数を計測し、処理前のワーク付着異物数と処理後のワーク付着異物数とを比較して処理でのワークへの付着異物数を処理することを特徴とする半導体装置の生産方法である。

【0006】また本発明は、プロセス処理装置における清掃（クリーニング）の時期或いはサイクルを延ばし、アラームを発することを特徴とする半導体装置の生産方法である。

【0007】また本発明は、製品保管棚（ウエハストック）に異物検査装置を搭載し、製品保管時にワークの付着異物を計測することを特徴とする半導体生産方法である。

【0008】また本発明は、前記半導体生産方法において、ワークへの付着異物数により次工程へのワークの払出を管理、制御することを特徴とする。

【0009】また本発明は、着エロット或いはウエハの計測に対し、時間変化により付着異物数の増加傾向或いは異常についての変化に対するアラームを発生させることを特徴とした半導体生産方法である。

【0010】また本発明は、既知のワーク解析事例のワークの異物マップとその原因をデータベースに登録しておき、次に計測したワークの計測結果、異常ワークに対して既知のデータと比較し、類似の場合どういう不良モードかを指示して異常発見から対策までの時間を短縮できることを特徴とする半導体生産方法である。

【0011】また本発明は、前記半導体生産方法において、プロセス処理装置のクリーニング方法（全掃或いは部品のための清掃など）を指示することを特徴とする。

【0012】また本発明は、前記半導体生産方法において、更なる検査指示をだすことを特徴とする。

【0013】また本発明は、各種装置或いは簡易ステージに共通インターフェースを持ち、これら装置に載せ換えることにより、1つの検出ヘッドを複数の装置或いは単独検査機として使用可能とすることを特徴とする半導体生産方法である。

【0014】また本発明は、特定の異物付着状況をチェックし、特定モードの異物発生を検知することを特徴とする半導体生産方法である。

【0015】また本発明は、膜厚、ID読取り等複合機能を持つことを特徴とする半導体生産システムである。

【0016】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理におけるワークへの付着異物状態を管理して前記ワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする

る半導体生産方法である。

【0017】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワーク（半導体基板）への付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいて前記プロセス処理装置へのワークの投入を制御し、この投入が制御されたワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0018】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、この計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理装置における清掃の時期又はそのサイクルを制御し、この制御されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0019】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理装置における清掃の時期又はそのサイクルを制御し、この制御されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0020】また本発明は、製品保管棚に設置された異物検査装置により製品保管棚に保管されたワークへの異物付着状態を計測し、この計測されたワークをプロセス処理装置により生産することを特徴とする半導体生産方法である。また本発明は、製品保管棚に設置された異物検査装置により製品保管棚に保管されたワークへの異物付着状態を計測し、該計測されたワークへの異物付着状態に基づいてワークの次工程への払出を制御してワークを生産することを特徴とする半導体生産方法である。また本発明は、着エロット単位或いはワーク単位にワークへの異物付着状態について計測し、該計測されたワークへの異物付着状態が、時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、着エロット

単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止してワークを生産することを特徴とする半導体生産方法である。また本発明は、着エロット単位或いはワーク単位にワークへの異物付着状態について計測し、該計測されたワークへの異物付着状態が、時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、アラームを発生して着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止し、ワークを生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0021】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、この計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物数を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止して該プロセス処理を制御し、この制御されたプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0022】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止して該プロセス処理を制御し、この制御されたプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0023】また本発明は、既知のワーク解析事例のワークの異物マップとその原因をデータベースに登録しておき、次に計測したワークの計測結果、異常ワークに対して既知のデータと比較し、類似の場合どういう不良モードかを指示することを特徴とする半導体生産方法である。また本発明は、既知のワーク解析事例のワークの異物マップとその原因とをデータベースに登録しておき、次に計測したワークの計測結果、異常ワークに対して既

知のデータと比較し、更なる検査指示をだすことを特徴とする半導体生産方法である。

【0024】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその不良原因との対応を示すデータベースに基づいて不良原因を推定して該不良原因を取り除くようにプロセス処理を制御し、この制御されたプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0025】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物数が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその不良原因との対応を示すデータベースに基づいて不良原因を推定して該不良原因を取り除くようにプロセス処理を制御し、この制御されたプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0026】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、この計測された少なくともプロセス処理前又は後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているプロセス処理装置の処理条件とワークへの異物発生状況との相関関係を示すデータベースに基づいて不良処理条件を推定して該不良処理条件を取り除くようにプロセス処理の処理条件を制御し、この制御された処理条件におけるプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0027】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているプロセス処理装置の処理条件とワークへの異物発生状況との相関関係を示すデータベースに基づいて不良処理条件を推定して該不良処理条件を取り除くようにプロセス処理の処理条件を制御し、この制御された処理条件におけるプロセス処理においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法。

【0028】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、ワークへの付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、この計測されたワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその清掃条件との対応を示すデータベースに基づいて清掃条件を推定して該清掃条件によりプロセス処理装置における清掃を実行し、この実行されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0029】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態（付着異物数または付着異物マップ（分布））を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物数が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその清掃条件との対応を示すデータベースに基づいて清掃条件を推定して該清掃条件によりプロセス処理装置における清掃を実行し、この実行されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0030】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、ワークへの付着異物状態を計

測し、この計測されたワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとプロセス処理装置との対応を示すデータベースに基づいてプロセス処理装置を特定して該特定されたプロセス処理装置において清掃を実行し、この実行されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0031】また本発明は、プロセス処理装置に設置された異物検査装置により、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測し、この計測処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理し、この管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物数が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとプロセス処理装置との対応を示すデータベースに基づいてプロセス処理装置を特定して該特定されたプロセス処理装置において清掃を実行し、この実行されたプロセス処理装置においてワークに対してプロセス処理して生産することを特徴とする半導体生産方法である。

【0032】また本発明は、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、前記ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測される処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理におけるワークへの付着異物状態を管理する管理手段を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。

【0033】また本発明は、プロセス処理前後のワーク（半導体基板）への付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置により計測された処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいて前記プロセス処理装置へのワークの投入を制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。

【0034】また本発明は、少なくともプロセス処理前又は後又は前後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産す

るプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置により計測された少なくともプロセス処理前又は後又は前後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理装置における清掃の時期又はそのサイクルを制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。

【0035】また本発明は、プロセス処理前後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測された処理前のワーク付着異物状態と処理後のワーク付着異物状態とを比較して算出されるプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理装置における清掃の時期又はそのサイクルを制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。

【0036】また本発明は、製品保管棚に保管されたワークへの異物付着状態を計測する異物検査装置を、製品保管棚内に設置し、該異物検査装置で計測されたワークをプロセス処理して生産するプロセス処理装置を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。また本発明は、製品保管棚に保管されたワークへの異物付着状態を計測する異物検査装置を、製品保管棚内に設置し、該異物検査装置で計測されたワークへの異物付着状態に基づいてワークの次工程への払出を制御する制御手段を備え、該制御手段で払出されたワークをプロセス処理して生産するプロセス処理装置を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。また本発明は、着エロット単位或いはワーク単位にワークへの異物付着状態について計測する異物検査装置を備え、該異物検査装置で計測されたワークへの異物付着状態が、時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止してワークを生産するプロセス処理装置を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。

【0037】また本発明は、着エロット単位或いはワーク単位にワークへの異物付着状態について計測する異物検査装置を備え、該異物検査装置で計測されたワークへの異物付着状態が、時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、アラームを発生して着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止し、ワークを生産するプロセス処理装置を備えたことを特徴とした半導体生産システムである。

【0038】また本発明は、少なくともプロセス処理前又は後又は前後のワークへの付着異物状態を計測する異

物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測された少なくともプロセス処理前又は後又は前後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物数を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、着エロット単位或いはワーク単位でプロセス処理を停止して該プロセス処理を制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体装置の生産システムである。

【0039】また本発明は、少なくともプロセス処理前又は後又は前後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測された少なくともプロセス処理前又は後又は前後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその不良原因との対応を示すデータベースに基づいて不良原因を推定して該不良原因を取り除くようにプロセス処理を制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。

【0040】また本発明は、少なくともプロセス処理前又は後又は前後のワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測された少なくともプロセス処理前又は後又は前後のワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているプロセス処理装置の処理条件とワークへの異物発生状況との相関関係を示すデータベースに基づいて不良処理条件を推定して該不良処理条件を取り除くようにプロセス処理の処理条件を制御する制御手段を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。

【0041】本発明は、ワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測されたワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位ま

たはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとその清掃条件との対応を示すデータベースに基づいて清掃条件を推定して該清掃条件によりプロセス処理装置における清掃を実行する実行手段を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。

【0042】本発明は、ワークへの付着異物状態を計測する異物検査装置を、ワークに対してプロセス処理して生産するプロセス処理装置に設置し、前記異物検査装置で計測されたワークへの付着異物状態に基づいてプロセス処理でのワークへの付着異物状態を着エロット単位またはウエハ単位で管理する管理手段を備え、該管理手段で管理される着エロット単位またはワーク単位におけるワークへの付着異物状態が時間変化により増加傾向にあるときまたは管理値を超えて異常になったとき、前記計測されたワークへの付着異物状態から、登録されているワークの異物マップとプロセス処理装置との対応を示すデータベースに基づいてプロセス処理装置を特定して該特定されたプロセス処理装置において清掃を実行する実行手段を備えたことを特徴とする半導体生産システムである。

【0043】

【作用】前記構成により、半導体ウエハ、TFT基板等の半導体基板に対して成膜するスパッタ装置及びCVD装置、パターンを形成するエッチング装置、レジスト塗布装置、露光装置、洗浄装置等の様々なプロセス処理装置において半導体ウエハ、TFT基板等の半導体基板に対して異常な付着異物の発生を低減して半導体を高歩留まりで生産することができる。

【0044】また前記構成により、半導体ウエハ、TFT基板等の半導体基板に対して成膜するスパッタ装置及びCVD装置、パターンを形成するエッチング装置、レジスト塗布装置、露光装置、洗浄装置等の様々なプロセス処理装置において、半導体ウエハ、TFT基板等の半導体基板に対して異常な付着異物の発生に対してアラーム等のフィードバックを行うことができ、このフィードバックに基づいて部分的に、または全体について洗浄したり、供給ガスの条件、排気の条件、温度条件、印加電圧等のプロセス条件を制御することにより異常な異物の発生を著しく低減して半導体を高歩留まりで生産することができる。

【0045】

【実施例】本発明の実施例を図面を用いて具体的に説明する。

【0046】〔第1の実施例〕まず、第1の実施例について図1～図5を参照して説明する。プロセス処理装置としては、代表的なものとして、ワーク4に対して絶縁

膜等の薄膜を成膜するCVD装置、ワーク4に対して金属薄膜等を成膜するスパッタ装置、成膜された金属薄膜等に対してエッチング処理して回路パターンを形成するエッチング処理装置がある。図1は、前記プロセス処理装置において、異物検査装置を搭載した模式図を示したものである。本装置は、プロセス処理室7、ローダ或いはアンローダ付のようなワーク供給用ステーション（供給ステーション（ローダ）8a、回収ステーション（アンローダ））8a、8bが1つ或いは複数あり、それに検出ヘッド1aと、走査ステージ1bと、ワーク4を搭載して少なくとも回転 Θ 方向に回転位置決め（回転補正）する θ ステージ3（なお、 θ ステージ3は、リニアイメージセンサで検出される画像信号を電氣的に回転補正することができるので、必ずしも必要でない。）とを搭載し、これら走査ステージ1b及び Θ ステージ3を駆動制御する検査制御装置11及びデータ処理部（CPU）9を備えた異物検査装置1を設置して構成したものである。ワーク（ウエハ）4を、ワーク供給ステーション8a、8bからハンドリングするロボット機構5によりバッファチャンバ6を介してプロセス処理室7へ搬送する前に、異物検査装置1によりワーク4への異物等の付着状態の計測を行ない、プロセス処理室7へワーク4を、ハンドリングするロボット機構5によりバッファチャンバ6を介してプロセス処理室7へ搬送する。このとき、異物検査装置1のデータ処理部（CPU）9は、異物等の計測結果を算出してその値が管理規格値Mpを越えている場合には、プロセス処理室7でのプロセス処理をしないように、プロセス処理装置を制御する制御装置10へアラーム信号を送信してハンドリングするロボット機構5を制御してワーク供給用ステーション8a、8bに戻す等の方法を取ることも可能である。このようにすることで、プロセス処理室7におけるワークの不良の作り込みを少なくでき、しかもプロセス処理装置としての稼働率も向上させることができる。一方、プロセス処理室7へ搬送されたワーク4は、プロセス処理室7において成膜処理、またはエッチング処理が行われる。次に処理されたワーク4を、ハンドリングするロボット機構5によってワーク供給用ステーション8a、8bに戻す際に、プロセス処理後のワーク4を異物検査装置1によりワーク4への異物等の付着状態の計測を行ない、その後ワーク4をハンドリングするロボット機構5によりワーク供給用ステーション8a、8bに収納する。このとき、計測されたワーク4への異物等の付着状態の結果は、図2に示すデータ処理部9のCPU9a等で処理され、データベースとしてメモリ9b又はハードディスク（図示せず）に保存される。そしてデータ処理部9のCPU9aは、データベースとしてメモリ9b又はハードディスク（図示せず）に保存されたプロセス処理室7へ供給する前（プロセス処理前）にワーク上への異物等の付着状態を示す処理前の異物マップ（図5(a)）に示

す。)とプロセス処理室7から処理されて排出されたとき(プロセス処理後)にワーク上への異物等の付着状態を示す処理後の異物マップ(図5(b)に示す。)との間において異物数或いは異物検出位置との比較処理を行ない、プロセス処理室7におけるプロセス処理においてワーク上への異物等の付着状態を示す処理による増加異物マップ(図5(c)に示す。)(増加異物数及びその位置)をモニタ9e或いはプリンタ9fに表示させる。その表示の一例を図5に示す。この図5においては、同図(a)に示す処理後の異物マップから同図(b)に示す処理前の異物マップの差をとり、同図(a)に示す如く処理による(処理中での)増加異物の数とその位置を表したものである。(このように処理後の異物マップから処理前の異物マップとの差をとることについては、特開平2-170279号公報に記載されている。)このようにしてプロセス処理装置においてワーク上への付着した異物の個数、大きさ(例えば大、中、小の3段階)も含めた異物の分布(マップ)をデータ処理部9のCPU9aにおいて算出し、メモリ9b又はハードディスク(図示せず)に格納して得ることができる。

【0047】なお、検出ヘッド1aの一実施例として、特開平5-218163号公報にも記載されているように、図3(a)(b)に示す構成がある。即ち、図3(b)に拡大して示すように、照明光学系31は、高輝度(高強度)のレーザ光を出力する半導体レーザ32と、該半導体レーザ32から出力されたレーザ光のビーム径を拡大するビーム径拡大光学系33と、該ビーム径拡大光学系33で拡大されたレーザビームを直線状(スリット状)に集光する一軸方向集光レンズ(シリンドリカルレンズ)34と、該一軸方向集光レンズ34で集光されたレーザ光を反射してワーク4上に直線状(スリット状)に照射するミラー35とを備え、直線状のレーザ光をワーク4の表面に対して浅い角度で照射するように構成されている。一軸方向集光レンズ34で直線状(スリット状)に集光させているが、ガルバノミラーなどのように走査光学系でレーザ光を直線状(スリット状)に照射することは可能であるが、走査光学系で高速に走査する必要があるため、光学系が複雑になる反面、ビーム径拡大光学系が不要となり、高輝度(高強度)のレーザ光を出力する半導体レーザを用いることができる。また検出光学系36は、照射された直線状のレーザ光によってワーク4の表面から生じる散乱反射光を集光する広視野(0.4~0.6等の高NA(Numerical Aperture:開口数)であるテレセントリック光学系37、38と、該テレセントリック光学系37、38の中のほぼフーリエ変換面に配置された可変型空間フィルタ39と、リニアイメージセンサ40とを備え、ワーク4の表面に存在する回路パターンのエッジから散乱反射光或いは繰返し回路パターンの空間周波数を前記可変型空間フィルタ39で遮光し、異物からの散乱反射光

をリニアイメージセンサ40で受光するように構成されている。そして、ワーク4上を制御装置11の制御によりワーク4または検出ヘッド1aを一軸方向(x軸方向)に走査ステージ1bで走査すれば、ワーク4のほぼ全表面について異物等の付着状態が検査できるように、検出ヘッド1aは、図3(a)に示すように、前記照明光学系31と前記検出光学系36とを対にした6個の組を、各々千鳥状に配置して構成している。従って、ワーク4または検出ヘッド1aを相対的に一軸方向(x軸方向)に一回走査すると、図4(a)に示すようにワーク4の全面に亘って異物等の付着状態を検査することができる。

【0048】一方、検出ヘッド1aとして、前記照明光学系31と前記検出光学系36とを対にした3個の組を配置して構成して、ワーク4または検出ヘッド1aを相対的に一軸方向(x軸方向)に一回走査すると、図4

(b)に示すように検査しない領域も存在するが、ワーク4上の概ねの領域について異物等の付着状態を検査することができる。これによれば、検出ヘッド1aを簡素化でき、高速で検出ヘッド走査を可能にする。また、検出ヘッド1aとして、前記照明光学系31と前記検出光学系36とを対にした2個の組を配置して構成して、制御装置11からの制御により、ワーク4または検出ヘッド1aを相対的にy軸方向にシフトしながら一軸方向(x軸方向)に三回走査すると、図4(c)に示すようにワーク4の全面に亘って異物等の付着状態を検査することができる。しかし、この場合、ワーク4または検出ヘッド1aを相対的にy軸方向にシフトしながらx軸方向に三回走査することが必要となり、検出ヘッドの組数は大幅に減らすことができる反面、走査機構が複雑になり、しかも検査時間が多く要することになる。

【0049】図2には、多数の異物検査装置1及びプロセス処理装置の制御装置(プロセスガスの流量、プロセスガス圧力、ワーク(ウエハ)の温度、ワークに印加する電圧等の情報も入力される。)10を接続し、異物検査装置22a及びパターン検査装置22b等からなる検査装置22を接続した走査形電子顕微鏡(SEM)21a、2次イオン質量分析装置(SIMS)21b、走査形トンネル顕微鏡(STM)21c、分光装置(STS)21d等で構成された分析装置21により異物データ解析コンピュータ20等で構成されるシステム構成の全体を示したものである。異物データ解析コンピュータ20は、メモリ20bを備えたCPU20aと、データを入力するキーボード20c及びマウス20dと、異物解析結果、並びにアラームを表示しなければならない異常のプロセス装置名及び異常の着エロットやウエハを表示できるディスプレイ装置20eと、異物解析結果、並びにアラームを表示しなければならない異常のプロセス装置名及び異常の着エロットや着エウエハを出力するプリンタ等の出力装置20fと、各プロセス処理装置にお

ける着エロット単位或いは着エウエハ単位で異物の発生状況と推定または確認された異物の発生原因との相関関係を記憶した外部記憶装置（ハードディスク）20gとで構成している。そして、異物データ解析コンピュータ20には、多数の異物検査装置1およびその検査装置が設置されたプロセス処理装置の制御装置10からのデータが入力され、更に異物管理値 M_p 、 M_q を越えた着エロットや着エウエハについて検査装置22や分析装置21で詳細に分析された結果とその推定される不良原因（入力手段20cで入力される。）とが入力され、各プロセス処理装置における着エロット単位或いは着エウエハ単位で異物の発生状況と推定または確認された異物の発生原因との相関関係が外部記憶装置（ハードディスク）20gに記憶される。

【0050】[第2の実施例]次に第2の実施例を図6、図1及び図2を参照して説明する。ウエハ4上の計測された検出異物数と着エロット又は着エウエハとの関係を図6に示す。この図は、一実施例として、プロセス装置の特に成膜処理装置について示したものである。成膜処理装置は、モノシランガス(SiH_4)、ホスフィンガス(PH_3)等のガスを処理室に導入し、化学反応によりウエハ上に膜を生成させる。その化学反応された生成物が処理室内の壁面にも付着し、時間経過とともに付着物が剥がれ落ち、ウエハ上に付着した場合不良となりうる。そのため、処理枚数により定期的なプラズマクリーニング等を実施している。しかし、プラズマクリーニング等を実施すると、製品の着工ができなくなり、製品着工能力が落ちる。そこで、製品着工能力を向上させるため、例えば図1に示す異物検査装置1の検出ヘッド1aでほぼ常時ウエハへの付着異物を検出し、図2に示すデータ処理部9のCPU9aが着エロット（例えばウエハ20枚）単位或いは着エウエハ単位に付着異物数を管理することにより、ウエハへの付着異物が管理値 M_p 以内であれば通常のクリーニングサイクルを越えていても製品着工を続けられるようにしたものである。また、データ処理部9のCPU9aは、着エロット単位或いは着エウエハ単位に付着異物数を管理してウエハへの付着異物が管理値 M_p 以内であっても、連続した着エロット単位或いは着エウエハ単位で増加傾向であれば、表示装置9e等またはプロセス処理装置を制御する制御装置10へ直接アラームを発し、プロセス処理装置におけるクリーニング等の指示をできるようにしたものである。一方、データ処理部9のCPU9aは、着エロット（例えばウエハ20枚）単位或いはウエハ単位に付着異物数を管理してウエハへの付着異物が管理値 M_p を越えていれば、その時点で表示装置9e等またはプロセス処理装置を制御する制御装置10へ直接アラームを発し、プロセス処理装置におけるクリーニング等の指示を出す。こうすることにより、真に異常の場合、プロセス処理装置においてクリーニング等が実施され、従来異常がなくても

定期クリーニングを実施して処理装置の着工能力を落していたものに比べて、稼働率をアップすることが可能となる。

【0051】上記実施例においては、異物検査装置1のデータ処理部9が、付着異物数を着エロット単位或いは着エウエハ単位に管理する場合について説明したが、複数の異物検査装置を接続した異物データ解析コンピュータ20において、異物検査装置1のデータ処理部9から得られるウエハ上に発生した異物の付着状況に基づいて付着異物数を着エロット単位或いはウエハ単位に管理し、アラームを異物検査装置1のデータ処理部9または直接プロセス処理装置を制御する制御装置10へ送信しても良い。

【0052】[第3の実施例]次に第3の実施例について、図7、図1及び図2を参照して説明する。例えば、図1及び図2に示す異物検査装置1においてウエハ（ワーク）4上の計測された検出異物数（ウエハ単位の最大値と最小値と平均値）と着エロット単位との関係を図7に示す。図7は、一実施例として、図6と同様、成膜処理装置について示したものである。異物検査装置1のデータ処理部9のCPU9aが行う通常の管理において、着エロット（例えば25枚のウエハ）において、ウエハ上の最大検出異物数が異物管理値 M_q 以内であれば、その計測した着エロットのウエハは、成膜処理装置の例えばローダ8aまたはアンローダ8bから次の工程へ払い出され、着工される。また異物検査装置1のデータ処理部9のCPU9aが行う通常の管理において、ウエハ上の最大検出異物数が、異物管理値 M_q を越えた場合は、その計測した着エロット或いは着エウエハについて、成膜処理装置の例えばローダ8aまたはアンローダ8bから取りだして人手により付着した異物等が歩留まりに影響するか等の判断を行ない、問題がなければ、成膜処理装置の例えばローダ8aまたはアンローダ8bから次工程へ払い出す。ここで問題ある着エロット或いはウエハに関しては、異物データ解析コンピュータ20において、ハードディスク20gに格納された過去における異物の発生状況と不良原因との関係情報に基づいて不良解析を行ない、異物等が付着した原因究明を行ない成膜処理装置に対して対策を実施する。しかし、異物検査装置1のデータ処理部9のCPU9aが行う通常の管理において、ウエハ上の最大検出異物数または平均異物検出数が異物管理値 M_q 内であっても、異物管理値 M_q 内の上限ギリギリが連続している場合や、着エロット単位において徐々に増加している場合においては、異物管理値 M_q 内であっても多段的に異物管理値を設定し、連続数ロット或いは数枚のウエハが続いた時には、その時点で異物検査装置1のデータ処理部9は、表示装置9e等またはプロセス処理装置を制御する制御装置10へ直接アラームを発生させる。

【0053】[第4の実施例]次に第4の実施例について

て、図8、図1及び図2を参照して説明する。図1に示す異物検査装置1でワーク（ウエハ）4を計測し、異常ワークに対して過去の事例をもとに対比させて解析するシステムを図8に示す。本システムは、異物検査装置1、データベース20gを備えた異物データ解析コンピュータ（ワークステーション：W/S）20より構成される。異物検査装置1によりワーク（ウエハ）を計測し、異常ワークに対してデータ（異物マップ、検出異物数）をデータベース20gに登録しておき、その後異常ワークについて不良解析されたものについて、その不良原因及び対策内容をデータ処理部9の入力手段9cまたは異物データ解析コンピュータ20の入力手段20cを用いて異物データ解析コンピュータ20のデータベース20gに登録されている異物マップ等のデータの中に追加登録する。このようにして異常ワークに対するデータを、その都度データベース20gに登録していくものである。これら蓄積されたデータをもとに次に計測されるワーク（ウエハ）4が異常管理値Mp, Mqを越える異常の場合は、異常マップの分布を過去の解析事例（データ（1）は異物がウエハの中央に帯状に分布、データ（2）は異物がウエハの左端の一箇所に分布、・・・データ（N）は異物がウエハの周囲の4ヵ所に分布）と比較して、過去の解析事例（以前のモード）に類似するものがある場合は、その対策内容（過去の解析事例（異物の分布）に対応させて不良原因及び対策内容がデータベースに登録されている。）等を表示手段20eに表示させたり、出力装置20fに出力したり、またはプロセス処理装置の制御装置10にフィードバックするシステムである。ウエハ4上における異物の分布としては、異物の集合体を半径rの円または各辺a×bの長方形（矩形）で囲むようにして分離し、ウエハの中心からの異物の集合体の重心位置までの距離と、該重心位置を中心とした2次元的な広がり（例えば円で囲むことができる場合にはその円の半径r、長方形で囲むことができる場合には各辺の長さの半分a/2×b/2）とで表すことができる。このように分類されたロット単位或いはウエハ単位における異物の集合体に不良原因及び対策内容を対応させることが可能となる。

【0054】[第5の実施例] 次に第5の実施例について図9、図1及び図2を参照して説明する。プロセス処理装置の装置状態の管理における模式図を図9(a)、(b)に示す。即ち、図9(a)に示すプロセス処理装置91は、ガス源93から処理室92の内部に供給するガスの流量を測定するガス流量測定ユニット94、処理室92の内部のガス圧力または真空度を測定するガス圧測定ユニット95、予め既知の温度のウエハから発生する放射量に基づいて放射率を測定する放射率測定ユニット96、該放射率測定ユニット96によって測定された放射率と処理中のウエハから発生する放射量Qに基づいてウエハ実温を測定するウエハ実温測定ユニット97等

を付加し、搬送室97の内部において処理室92とローディング室98又はアンローディング室99との間において搬送アーム機構5によって搬送するウエハ4上の異物を検査する異物検査装置1を搭載した実施例である。一般的に、プロセス処理装置は、処理条件を入力し、その条件に従い、ウエハの処理加工を行なう。その処理中におけるプロセス処理装置の状態、例えば、ガス圧測定ユニット95で測定された真空度又はガス圧力、ガス流量測定ユニット94で測定されたガス流量、ウエハ実温測定ユニット97で測定されたウエハの温度等のデータを、制御装置10における設備状態データ収集系97に送り、設備状態データ収集系97はその時に処理されたウエハ4に対する異物検査装置1での計測結果（異物の発生状況、着エロット単位または着エウエハ単位で計測された異物数）とを合わせ、プロセス処理が終了した後又はプロセス処理をする前と後との間において、処理室92内のガス圧に変動があったとき、処理室92内に供給するガス流量に変動があったとき、ウエハの温度に変動があったとき、異物の発生状況との相関を算出し、これら相関のデータを蓄積することができる。そして制御装置10において、上記異物検査装置1において計測された異物の発生状況と蓄積された相関のデータとに基づいて、異物が多く発生した場合の不良原因を推定して、その不良原因と一緒にアラームを発することができる。このとき、異物データ解析コンピュータ20のハードディスク20gに格納されたデータを用いて不良原因を推定しても良いことは明らかである。なお、100はプロセス処理装置91において、搬送アーム機構5も含めて様々な制御を行う制御装置である。図9(b)に示すプロセス処理装置は、設備状態データ収集系97を異物検査装置1のデータ処理部9において処理し、メモリ9b又はハードディスク（図示せず）に相関のデータを蓄積するように構成したものである。この場合においても、異物検査装置1において計測された異物の発生状況とメモリ9b又はハードディスク（図示せず）に蓄積された相関のデータとに基づいて、異物が多く発生した場合の不良原因を推定して、その不良原因と一緒にアラームを発することができる。

【0055】[第6の実施例] 次に第6の実施例について、図10、図1、図2、図9を参照して説明する。即ち、図10(a)にプロセス成膜装置にオンマシン異物検査装置（オンマシン異物モニタ）1を搭載した実施例を示す。このプロセス成膜装置は、ローダ（L）部102、アンローダ（U/L）部103、搬送室104、反応室101で構成され、搬送室104内に搬送アーム機構5、搬送室104の上側にオンマシン異物モニタ用検出ヘッド1a'を有する。ローダ部102よりウエハ4を受け取り、搬送アーム機構5により反応室101に搬送する。反応室101で処理されたウエハ4は搬送アーム機構5によりアンローダ室103に戻す。その際、搬

送アーム機構5により移動途中のウエハ4の表面を搬送室104上側に搭載されたオンマシン異物モニタ用検出ヘッド1a'によりモニタ(検査)する。この実施例では、処理後のウエハ4の表面をモニタしているが、処理前或いは処理前後においてウエハ4の表面をモニタすることも可能である。

【0056】図10(b)にオンマシン異物モニタ用の検出ヘッド部1a'の断面を示す。搬送室104内は、真空雰囲気であり、その中で搬送アーム機構5の搬送アーム5aで移動中のウエハ4を搬送室104上側に搭載した検出ヘッド1a'によりモニタ(検査)する。この検出ヘッド1a'は、搬送室104の上蓋105に取り付けられた真空対応標準フランジ106上に取り付けられている。検出ヘッド1a'は、照明光学系31、検出光学系36、ウエハ回転検出系(詳細については後述する。)110で構成され、ウエハ回転検出系110によりウエハ4の回転を検出してソフト的に(画像処理により)補正し、照明光学系31で照明されたウエハ4の表面を検出光学系36によりモニタ(検査)する。なお、真空対応標準フランジ106における検出ヘッド1a'の照明部106a、検出部106b及び検出部106cは透明部品で構成される。なお、ミラー35は、真空対応標準フランジ106上に取り付けられてもよい。上記実施例では、真空対応標準フランジ106を介してモニタ(検査)しているが、検出ヘッド本体1a'を小形化することによって、搬送室104内、即ち真空雰囲気内に設置することも可能である。

【0057】[第6の実施例]次に第6の実施例について図11及び図12を参照して説明する。異物検査装置1にウエハに印字或いはバーコード表示により製品の品名、或いはロットNo、ウエハNo等を読み取るウエハコード識別装置111を搭載した模式図を図11に示す。ウエハコード識別装置111は、印字読取り用の光学系(図示せず)、印字を識別処理する認識処理部(図示せず)により構成される。異物検査装置1へのウエハ供給或いは払出しステーションもしくは異物検査装置1の計測ステーションにウエハコード識別コードを具備し、図12に示すように、ウエハ4に印字された、例えば製品の品名、ロットNo、ウエハNoの文字を識別させる。一方、同じウエハ4を異物検査装置1により異物等の計測を行なう。これら、ウエハの印字データと異物等の計測データを一緒にデータ管理システム(データ処理部)9に転送される。こうすることにより、どのウエハ4に異物等がどの程度付着しているかどうかというロット単位に加え、ウエハ単位で管理することができる。なお、これらのデータを異物データ解析コンピュータ20において、ハードディスク20gなどに格納し、異物データ解析コンピュータ20が管理し、各プロセス処理装置A~Nの制御装置10へフィードバックしても良い。更に、同じプロセス処理装置が複数台ある場合で

も、異物検査装置1側の検査条件指示で、どのプロセス処理装置A~Nで着工したウエハかを入力することで、プロセス処理装置A~Nの単位で管理をすることができる。そのため例えば、製造装置(プロセス処理装置)Aは、異物等が少ないけど、例えば製造装置Bが異物等が多いということがすぐ分かるためデータ管理システム(データ処理部)9において異常プロセス装置の絞り込みが容易にできる。

【0058】[第7の実施例]次に第7の実施例について図13及び図14を参照して説明する。多数のウエハカセット132を収納するウエハストッカ131に異物検査装置1を搭載した模式図を図13に示す。本装置の構成は、ウエハストッカ131、ウエハカセット搬送ロボット133、保管棚134、異物検査装置1、データ管理システム9等よりなっている。ウエハカセット(カセットケース含む場合もあり)132は、ウエハケース取り出し入口135より入出庫を行なう。ウエハストッカ131に収納されたウエハ入りのウエハカセット132は、保管棚134の上に載置される。ウエハストッカ131に複数個収納されたウエハカセット132は、出庫される前に、ウエハカセット搬送ロボット133により異物検査装置1の側方に(傍らに)移し替えられる。そこで、異物検査装置1に設置されたウエハハンドリング機構(図示せず)(5と同様な機構で良い。)によりウエハカセット132に収納されたウエハ4を取り出して該ウエハ4上の異物等の計測を行なう。これら計測された結果は、データ管理システム(データ処理部)9により処理され、メモリ9bまたはハードディスク(図示せず)保存される。更にこれらのデータを異物データ解析コンピュータ20において、ハードディスク20gなどに格納することも可能である。

【0059】一方、図14に示すように、ウエハカセット132がウエハケース136に収納されている場合は、カセットケース上蓋136aをケースフック137により引掛け、保管棚134が下降することによりカセットケース下蓋136bに対してカセットケース上蓋136aが開く。その次に、ウエハカセット搬送ロボット133によりカセットケース下蓋136b内にある多数のウエハ4を収納したウエハカセット132を取り出し、異物検査装置1の側方に載置される。以下前記と同様に異物等の計測を行なう。ウエハカセット132の入出庫管理及び異物等の計測結果の管理は、データ管理システム(データ処理部)9により実施する。このようにプロセス処理後に計測しないウエハ4については、ウエハストッカ131に収納された時に異物等の計測を行なうため、製品着工時間が遅延なく行なえ、時間短縮が図れる。また、異物等の付着が多い製品(ウエハ)については、データ管理システム(データ処理部)9がウエハストッカ131において次工程への払い出しを制御することができ、不良の作り込みを防止することができる。

【0060】[第8の実施例]次に第8の実施例について図15乃至図27を参照して説明する。ウエハ回転補正について説明する。即ち、図1、図10に示す異物検出光学系(検出ヘッド)1a、1a'の直前に、ウエハ回転方向検出器110(図10に示す。)を設ける。ウエハ回転方向検出器110により得られたウエハ回転量は、ウエハの回転ステージ(θステージ)3を有する場合、或いはウエハをハンドリングするロボット機構5のハンドが回転機構を有する場合、或いは異物検出光学系(検出ヘッド)1aが回転する場合は、それにより機構的に補正する。回転補正機構がない場合は、電気回路或いはソフト処理によって回転補正を行う。なお、電気回路或いはソフト処理による回転補正の場合には、θステージまたはロボット機構のハンドまたは異物検出光学系による回転補正機構を必要としないため、機構として簡素化、及び小形化をはかることができると共にウエハの寸法に変化にも容易に対応することができる。まず、ウエハの回転方向を検出するために、

(1) ウエハのオリフラ方向を検出する。

(2) ウエハの回路パターン方向を検出する。

①回折光検出

②回路パターン画像検出(特徴抽出)

厳密には、回路パターン方向とオリフラ方向がずれているので、正確に回路パターンの方向を検出する必要がある場合には、回路パターンの方向を検出しなければならない。

【0061】ウエハ4は、ウエハ回転方向検出器110の下を通過、或いは一時静止時にウエハの回転方向を検出する。

(1) ウエハのオリフラ方向を検出する方法について具体的に説明する。図15より第1のウエハ回転方向検出器110aの検出方法について説明する。即ち、数個の発光点152を有する照明系の下をウエハ4がウエハ移動方向Vに沿って通過し、153の位置から154の位置に移動する。図にウエハ回転方向検出器151の照明系の発光点152から出た照明光のウエハ4上の軌跡155を示す。発光点Aの場合、照明光がウエハ4に当たり始める時間Asとウエハ4がはずれる時間Aeとを測定し、これを他の発光点B~Gについても行う。以上のデータとウエハ4の移動時間によりウエハ4のオリフラ156の方向を求め、ウエハ4の回転ずれ量 θ_1 を計算する。またウエハ4の回転方向の検出方法としては、スクライプエリア検出、チップ検出、アライメントマーク等の特殊マーク検出がある。

【0062】図16より第2のウエハ回転方向検出器110b及び第3のウエハ回転方向検出器110cの検出方法について説明する。即ち、第2のウエハ回転方向検出器110bは、(b)に示すように、線状に照明する照明光源162と線状に照明されたウエハ4のオリフラエッジも含め輪郭から反射した反射光を検出する線状に

配列されたセンサ163とで構成され、該センサ163で検出される反射画像信号に基づいて図15と同様にオリフラエッジ156の方向(ウエハ4の回転ずれ量 θ_2)を求めることができる。ここで、このように反射光検出の場合は、オリフラエッジを検出する以外に、ウエハ4の表面上にある回路パターン(スクライプエリア検出、チップ検出、アライメントマーク等も含む)の像の特徴を抽出することにより、ウエハの回転ずれ量を計算して検出することもできる。また第2のウエハ回転方向検出器110cは、(c)に示すように、線状に照明する照明光源166とウエハ4のオリフラエッジも含め輪郭で遮蔽された光を検出する線状のセンサ167とで構成され、該センサ167で検出される遮蔽光画像信号に基づいて図15と同様にオリフラエッジ156の方向を求めることができる。

【0063】(2) ウエハの回路パターン方向を検出する方法について具体的に説明する。

【0064】まず、ウエハ上の回路パターンからの回折光検出によるウエハ回転ずれ量を検出する方法について説明する。図17に、ウエハ回転方向を検出するために、ウエハ回転方向検出器110dによるウエハ4上の回路パターンからの回折光を検出する方法を示す。レーザ光源等から構成された照明光源171から出射された光を集光レンズ172で集光させてミラー173で反射させて斜方照明によりウエハ4上の回路パターンを照明し、その回折光を上方に設けた対物レンズ174と検出器175とにより検出する。ここで、検出器175は対物レンズ174のフーリエ変換面位置に設置し、ウエハ4は一軸方向移動中でも、一時静止中でもよい。フーリエ変換面上での検出像を図17(b)(c)に示す。同図(b)は、ウエハ回転無(ウエハ基準位置)の場合であり、ウエハ上の主たる回路パターンまたは繰返し回路パターンからの回折光(0次光)177は検出器175の中央(Y軸方向の中心)に結像する。同図(c)は、ウエハ回転有の場合であり、ウエハ上の主たる回路パターンまたは繰返し回路パターンからの回折光(0次光)178は検出器175の中央から Δd ずれて結像する。このずれ量 Δd は、ウエハの回転ずれ量 θ_3 と相関関係にあり、ずれ量 Δd からウエハの回転ずれ量 θ_3 を求められる。即ち、検出器175に接続されたCPU176は、検出器175から検出される回折光に基づく画像信号からずれ量 Δd を算出し、このずれ量 Δd からウエハの回転ずれ量 θ_3 を算出することができる。ここで、照明光源171から出射される光が、ウエハ4の表面上に斜め方向から集光照射される(投影される)関係で、照明光源171としては点光源ほど、回折光はシャープに結像するため、ウエハの回転ずれ量の検出精度は高くなる。また検出器としては、TVカメラ、一次元リニアセンサ、或いはポジションセンサ等を用いることができる。

【0065】次に図18に、ウエハ回転ずれ量を検出するために、ウエハ上の回路パターンからの回折光を検出する方法として、図17における斜方照明の代わりに、垂直照明を用いた場合（ウエハ回転方向検出器110e）を示す。即ち、図17における照明光源171、集光レンズ172及びミラー173の代わりに、照明光源181及びハーフミラー182によって構成した。この場合、図17に比べてユニット本体の小形化が可能なことと、ウエハの回転ずれ角において全角度（360度）が検出可能なことである。即ち、ウエハ4上に形成されている回路パターンには、主としてX方向成分とY方向成分とから成り立っているため、ウエハ回転無（ウエハ基準位置）の場合には、（b）に示すように十字状の回折光（0次光）183が検出器175のX、Y軸方向に結像し、ウエハ回転有の場合には、（c）に示すように回折光184が検出器175のX、Y軸方向から角度 θ 4ずれて結像される。検出器175に接続されたCPU176は、検出器175から検出される十字状の回折光に基づく画像信号から角度ずれ量 θ 4を算出し、この角度ずれ量 θ 4からウエハの回転ずれ量 θ 4を算出することができる。

【0066】次に図19に、ウエハ回転ずれ量を検出するために、ウエハ上の回路パターンからの回折光を検出する方法として、図17における上方に設置した検出器及びレンズを斜め方向に設置した場合（ウエハ回転方向検出器110f）を示す。即ち、図17における検出器175及びレンズ174の代わりに、検出器192及びレンズ193を斜め方向に設置して構成した。そして照明光源195と集光レンズ196とで構成される照明光学系194も、検出器192とレンズ193とで構成される検出光学系191とが対向するように配置されている。この場合、ウエハ回転無（ウエハ基準位置）の場合には、（b）に示すように回折光（0次光）197が検出器193の中央（Y軸方向の中心）に結像し、ウエハ回転有の場合には、（c）に示すように回折光198が検出器192の中央（Y軸方向の中心）から偏位 $\Delta d'$ と角度 $\Delta\theta$ 5とがずれて結像される。この合成されたずれ量 $\Delta d' + \Delta\theta$ 5は、ウエハの回転ずれ量 θ 5と相関関係にあり、合成されたずれ量 $\Delta d' + \Delta\theta$ 5からウエハの回転ずれ量 θ 5を求められる。即ち、検出器193に接続されたCPU176は、検出器192から検出される回折光に基づく画像信号から合成されたずれ量 $\Delta d' + \Delta\theta$ 5を算出し、このずれ量 $\Delta d' + \Delta\theta$ 5からウエハの回転ずれ量 θ 5を算出することができる。

【0067】次に図20に、ウエハ回転ずれ量を検出するために、ウエハ回転方向検出器110gによるウエハ上の回路パターン像を用いる方法を示す。即ち、照明光源202と集光レンズ203とミラー204とハーフミラー205とによって構成された上方照明光学系201により、ウエハ4上の繰り返される回路パターンを照明

し、この照明されたウエハ4上の回路パターンの光像を、対物レンズ207と結像レンズ208と検出器209とから構成される検出光学系206によって検出する。検出器209がTVカメラの場合には、ウエハの一時静止画像を、また検出器209がリニアセンサの場合にはウエハは一軸走査中で、結像されたウエハ4上の回路パターンの光像を撮像して検出することができる。同図（b）には検出画像を示す。検出器209に接続されたCPU176は、同図（b）に示す画像におけるチップ210の傾斜角またはスクライブエリア211の方向を検出することによって、ウエハ4の回転ずれ量を算出することができる。

【0068】次に回転合わせに関する技術について説明する。本出願の対象は基本的には半導体であるが、微細パターンが繰り返し形成された、たとえば、液晶表示素子及びこの形成過程の基板、その他のパターンが形成された基板であっても良い。本出願の異物検査装置は、隣接チップ比較が重要技術である。この隣接チップ比較技術は、隣接チップの対応点を知り、対応点の検出力信号レベルを比較し同じ信号レベルで有れば、いずれのチップにも欠陥や異物は存在しないと判断し、信号レベルに違いが大きければ、信号レベルの大きい方のチップ上に欠陥あるいは異物が存在すると判断する。この技術は、上記説明したように隣接チップ間の対応点を見つける必要がある。この対応点を見つける方法は、もちろん何であっててもかまわないわけである。一例として、全てのデータ取得後に、チップが配列している方向と考えられる方向x、yについてデータの相関関数を取り、相関関数の周期からチップのサイズpと配列方向 θ を算出すればよい。この方法は、データを格納する記憶装置に大きな容量が必要になるため、以下の方法も考えられる。すなわちチップピッチpを設計データから取り込み、チップ配列の方向をウエハ毎に検出する事で隣接チップ間の対応点を知ることができる。（図22）

この方法では、チップ配列の方向、すなわちウエハの回転方向を知ることが必要である。一つの方法として、ウエハ4に形成されたオリフラ（オリエンテーションフラット）156の向きを測定しても良い。これは、パターン形成の際、オリフラの向きを基準にしていることが前提である。また、別の方法として、ウエハ上に形成されているチップの方向 θ を直接計測しても良い。ところが、ウエハ上に形成されたパターンは複雑な場合が多くパターンの形状からパターンの形成方向を測定することは難しい。ここで、図21にウエハ回転方向検出器110eで示すように、形成されたパターン上に光ビームを照射するとパターンの形状により回折が生じ回折パターンが検出できる。多くのウエハ上のパターンは、x及びy方向を持つ基本パターンの繰り返しで形成されている場合が多いため、この回折パターンは主に、x及びy方向に射出する、言い換えれば、図21に示すように、0

次回折光184がx及びy方向に回折する。そこで、検出像(回折像)185から0次回折光184の方向を測定すれば、ウェハ4上のパターン方向 θ を正確に知ることができる。

【0069】測定したチップの配列方向 θ は、取り込んだデータ上の隣接チップ間の対応点(図23に示すa、a'の座標関係187)を知るため(図21に示す電気的処理によるウェハ回転補正187において回転補正オペレータによるチップピッチpに対するチップの配列方向 θ 回転補正するため)に用い、リニアイメージセンサ40で得られる画像データ(図24にメモリ範囲で示す画像)を順次メモリ189に格納させ、比較手段190は、これら対応点(図24に示すaとa'、bとb')を順次比較していくことで上記比較検査(異物等の欠陥検査)を実現する。この方法は、取り込んだ画像データを一時的にメモリ189に格納する記憶容量が必要になる一方、機構部が不必要で信頼性の高いシステムを実現できる。また、別の方法として、図26に示すように、上記のチップの配列方向 θ にリニアイメージセンサ(1次元検出器)40の長手方向が平行になるように検出器36全体を回転する事で、隣接チップ上の対応点が必ず検出器40上にくるようにすることができる。この方法により対応点を知るために一時的に画像データをメモリ189に格納する容量を最小にできる。逆に、この方法は検出器36全体を回転させる必要があるため、回転機構部が必要となる。

【0070】以上の方法は、ワーク(ウェハ)上にオリフラあるいはノッチ等が形成されていないワーク(ウェハ)のチップの配列方法を検出できるという効果があ

$$\begin{aligned} x \sin \theta_1 - y \cos \theta_1 &= 0 \\ x \cos \theta_2 + y \sin \theta_2 &= 0 \end{aligned}$$

但し、 $\theta_2 = (\pi/2) + \theta_1$

この直線の θ_1 、 θ_2 は相互に直交する事がわかっているため、実質的に変数は一つである。ここで、光軸中心を画像の原点として、上記の(数1)式、(数2)式のx及びyに直線上の座標を代入すれば θ が算出できる。画像上の全ての点についてこの θ を算出しその際の画像上の検出出力で重み付けしたヒストグラムを図27

(a)に示すように作成する。このヒストグラムのピークが上記の直線の θ_1 、 θ_2 になる。これは、直線上の画素では信号が大きく検出されるためである。

【0073】ここで、現実的には、 θ の精度を向上しよ

$$\theta_1 = \frac{\sum_{\theta_1 - \delta_0 < \theta < \theta_1 + \delta_0} I(x, y) \cdot \theta(x, y)}{\sum_{\theta_1 - \delta_0 < \theta < \theta_1 + \delta_0} I(x, y)} \quad (\text{数3})$$

【0075】なお、 $I(x, y)$ は、例えば図21に示す

る。また、この方法は、ワーク(ウェハ)上のパターンを直接測定するので、オリフラ等を用いた方法より高精度の測定と高精度の対応点を取ることが可能となる。以下、回転検出部110の具体的構成を図21に基づいて説明する(図18にも同様な構成が示されている。)。回転検出部110eは、できる限り点光源に近い光源181、ハーフミラー182、結像光学系174、2次元の検出器175から構成される。点光源181は、ハーフミラー182、結像光学系174、ウェハ4を介して、検出器175上に結像する。ここで、ワーク(ウェハ)4は、基本的にはミラーと考えて良い。

【0071】ここで、結像光学系174とワーク(ウェハ)4との間は、無限遠系(テレセントリック光学系)に構成されていると良い。この部分が無限遠系に構成されている場合、ワーク(ウェハ)4の光軸方向の位置が多少の変動をしても検出結果に大きな影響を及ぼさないという効果を持つ。検出器175で検出した画像(回折像)185を図21に示す。多くの半導体パターン及び液晶表示のディスプレイパターンでは、図に示したようなx方向とy方向の0次回折光184が十字状の直線に検出される。ここで、この回折光184の方向がウェハ4上のチップ配列 θ の方向に対応する。ここで検出された画像185から、よく知られたHough変換186によって十字形状を形作る直線の方向が測定できる。ここで特徴的なのは、ワーク(ウェハ)4が光軸に対して、垂直あるいはほぼ垂直に載置されている場合、通常2次元であるHough変換を1次元に圧縮できる。次に2つの直線の(数1)式(数2)式を示す。

$$\begin{aligned} & \text{【0072】} \\ & (\text{数1}) \\ & (\text{数2}) \end{aligned}$$

うとするとヒストグラムの段階を高分解能にする必要がある。ところが、ヒストグラムの段階を高分解能にすると縦軸の値が小さくなり、曲線がなめらかでなくなり、ピークを算出する時の精度が落ちることになる。そこで、これらのトレードオフを解決する方法として、次の(数3)式に示した重心算出方法が良い。(数3)式は、 θ_1 の算出式を示したが、 θ_2 についても同様に算出することができる。

$$\begin{aligned} & \text{【0074】} \\ & \text{【数3】} \end{aligned}$$

検出像185の0次回折光184の強度を表す。この方

法は、回転位置 θ_1 又は θ_2 が存在する範囲($\theta_1 - \delta_0 < \theta < \theta_1 + \delta_0$ 又は $\theta_2 - \delta_0 < \theta < \theta_2 + \delta_0$)を予め知っている必要があり、存在範囲をより正確に予測できるときに検出精度が向上する。従って、事前にオリフラ合わせ等により各ワーク(ウエハ)の向き、つまりチップ配列方向 θ をある範囲にそろえておく必要がある。また、1次以上の回折光が存在しない場合は、加算範囲を0度から90度にしても理論上は完全な値が算出できる。従って、1次以上の回折光強度は小さい方が望ましい。演算時間が問題にならなければ、2次元のHough変換を用いれば良いのは言うまでもない。

【0076】また、以上の式では θ を算出してヒストグラムを求めたが、演算時間の短縮と言う観点からは、 $\tan \theta$ 、 $\sin \theta$ あるいは $\cos \theta$ を算出してヒストグラムを求めても良い。微細な光軸のずれがあった場合、 θ は誤差を持った状態で算出される可能性がある。この回折光を用いた方式の場合、微細な光軸のずれは具体的には、ヒストグラムのピークの山割れ現象(図27(c)に示す。)となる。これは、図27(b)に示すように、回折パターン184の場合、真の直線方向 θ に対して芯ずれの際に算出される誤差を持った角度が、+側と-側に存在するために生じる。従って、上記に示したように、重心を算出する場合、光軸のずれはキャンセルされることになる。この意味でも、(数3)式に基づいて、重心を求める方法は高精度算出が期待できる。

【0077】以上の1次元のHough変換を用いた方法は、光軸中心が、検出した画像上に無い場合も適用可能である。具体的には、画像の外に存在する光軸中心を画像と同一の座標系で表せばよい。この回折光を用いる方法では、光軸中心の検出信号出力が極端に大きい場合が多く画像上の光軸中心の周囲の広い範囲に渡って検出器の出力が飽和してしまうことが多い。そこで、光軸中心の適当な範囲をマスクしてしまい、 θ の算出に使わない方が検出精度が向上する場合が多い。このマスクは、光学系上に設置された遮光板、あるいは、検出した信号の中心部のデータを用いないと言ったソフト上のsマスクであっても良い。実際には、図21の検出像185に示すように、 ± 1 次あるいは ± 2 次の回折パターン192が形成、検出される。ところが、通常は、これらのパターン192は、0次回折光184より微弱であるため、以下に示す方法で無視できる。第一に、しきい値を用いて2値化する方法、第二に多値のデータを用いる方法である。検出器が2次元の場合を説明したが、1次元の検出器を用いても以下のように、回転検出系が実現できる。

【0078】即ち、図23に示す処理装置でウエハ回転ずれを補正することができる。この処理装置(補正装置)は、回転検出光学系110e(検出器175)、回転検出算出系186、隣接チップ対応点ベクトル算出系(a、a'の座標関係)187、画像データを記憶する

メモリ189、比較手段190から構成される。回転検出算出系186では、上記説明した方法によりチップ配列の方向 θ が算出される。この θ と、設計データから入力されるチップピッチpのデータより、隣接チップ対応ベクトルが算出される。チップ比較手段190では、メモリ189に蓄積されたメモリ情報からリニアイメージセンサ40の長手方向に対する隣接チップ対応ベクトルにより対応点(図24に示すaとa'、bとb')が取り出され、信号出力が比較されて、不一致による異物信号188が検出される。ここで、視野は、チップピッチの2倍より大きい必要がある。また、ワーク(ウエハ)の許容傾き(異物検査を実施する上で許容できるワークの傾きの範囲)を θ とすると、メモリ189に記憶するメモリの範囲1は、リニアイメージセンサ40の視野サイズに $\sin \theta$ を乗じた長さの範囲を記録できる容量が必要になる。

【0079】次にワーク走査方向比較方式での回転補正について図24(b)に基づいて説明する。即ち、比較する隣接チップが、図24(a)に示すように、リニアイメージセンサ40の長手方向の場合について説明してきたが、比較対象チップは、リニアイメージセンサ40の長手方向である必要はなく、以下に説明するように、リニアイメージセンサ40の長手方向に直角な方向、すなわち、ワークの走査方向であっても良い。上記のリニアイメージセンサ40の長手方向の比較と同様に、リニアイメージセンサ40の長手方向に直角な方向に対する隣接チップ対応ベクトルを算出することにより隣接チップの対応点を求めることができる。メモリのサイズ(メモリ範囲1)についても同様の演算により算出できる。この場合、検出視野がチップサイズに対して十分に大きな値を持っていない場合であってもチップ比較が実現できる反面、ハンドリング機構等によるワークの送り精度を高くして、走査方向に存在する隣接チップの対応点を正確に知る必要がある。また、この走査方向比較では、 θ が0度に近い場合、照明のムラ、検出レンズのムラなどの影響がなくなるという効果がある。

【0080】次に回転合わせ機構による回転補正について図25及び図26を用いて説明する。即ち、前記メモリを用いた処理装置による回転補正に対して、回転検出算出系186で算出されるチップ配列の方向 θ (図26に示す。)に基づいて光学系36全体(照明系31及び回転検出光学系110も一緒にしても良い。)またはワーク(ウエハ)を回転させることによって、隣接チップの対応点の算出を簡便にすることができる。そしてチップ比較手段191において、メモリ189に蓄積されたメモリ情報から対応点を取り出され、信号出力が比較されて不一致による異物信号188が検出される。さらにこの方法の効果として、ワーク(ウエハ)を走査する機構の精度(送り速度のムラ、光軸方向の振動、走査方向検出器方向の振動など)が悪い場合でも対応できる点が

ある。また、このように回転合わせ機構を用いることにより、走査方向とチップ配列方向を垂直にする必要がなくなる。また、空間フィルタ39を用いる場合、空間フィルタ39の角度がチップ配列に対して正確に合うため、空間フィルタ39の効果を最大限に引き出すことができる。

【0081】次に0次カット空間フィルタ方式+チップ比較について説明する。即ち、チップ比較方式を用いる場合、必ずしもn次の回折光を遮光する空間フィルタ39を用いる必要のない場合がある。特に、ウエハ4上に形成されたチップパターンの最小セルサイズが小さくなり、その1次以上の回折光が検出レンズ37に入らない場合、0次光だけを遮光すればよいことがある。この場合、空間フィルタ39を用いる際に必要なウエハ4のそりに対する対応、ウエハ4の傾きに対する対応が不必要になるという利点がある。ウエハ上のチップ配列方向が図30に示すように、 θ の時の回折光及び検出レ

$$\sin \alpha \cdot \sin (x0) > \sin \gamma \quad (\text{数4})$$

この際の回転角 $x0$ の最大値 $x0(\max)$ は、上記の

$$\sin (x0(\max)) = \sin \gamma / \sin \alpha \quad (\text{数5})$$

即ち、ウエハ4と検出器40を含めた検出光学系36との間の相対的な回転ストロークは、上記の $x0(\max)$ が実現できるように選定されれば十分である。具体的には、検出光学系36の対物レンズ37の開口数($NA = \sin \gamma$)が0.1程度(焦点距離 $f = \text{約}70\text{mm}$ (図10(b)に示すように搬送室104の外側から透明な窓106を通してワーク(ウエハ)4上の異物を検出するためには焦点距離 f として約 50mm 以上は必要となるためである。)、焦点深度が約 $\pm 60\mu\text{m}$ (自動焦点合わせをしないでワーク(ウエハ)4上の異物を検出するために焦点深度として $\pm 40\mu\text{m} \sim \pm 30\mu\text{m}$ 程度が必要となる。))で、 α が 60° の場合、 $x0(\max)$ は約 6.6° となり、検出光学系36の対物レンズ37の開口数($NA = \sin \gamma$)が0.08程度(焦点距離 $f = \text{約}90\text{mm}$ 、焦点深度が約 $\pm 60\mu\text{m}$)で、 α が 85° の場合、 $x0(\max)$ は約 4.6° となり、 $x0(\max)$ 、即ち相対的な回転ストロークとして 5° から 10° 程度の回転許容範囲が実現できれば十分である。ワーク(ウエハ)4が θ として、 $\theta > x0(\max)$ の条件で搬送されてくるのならば、ワーク(ウエハ)4または検出光学系36を回転させることが必要でないことは明らかである。

【0083】以上の方法は、検出光学系36の中に0次カットフィルタ39を設置する必要がなくなるため、検出光学系36の結像性能を落とさずに済むと言う効果がある。ここでは、上記の0次回折光が遮光できれば良いわけであるから、ウエハ4の回転角度 θ が 0° になるように設定されても良い。この場合、図3及び図31に示す0次カットフィルタ39が必要になる。この場合の0次カットフィルタ39は幅を広めに、具体的に

レンズの開口の様子を図28、図29に示す。図28は照明の入射角度 α 、検出レンズ37の見込み角 γ とし、ある球面282を想定し、この球面282と照明の交点283、検出レンズ37の見込み角との交線284を図29に示す。なお、283は球面282上の入射点、285は球面282上の出射点である。ここで、検出レンズ37に0次回折光が入射しないようにウエハ4を θ 方向に回転する事によって、ウエハ4上の主なパターンの情報を消去することができる。これにより、ウエハ4内のパターン上に付着した異物あるいは欠陥を強調して検出することができる。このようにして検出した後に、上記のチップ比較を実施すれば、上記の異物や欠陥を検出できる。検出光学系38がパターンを逃げる条件の式は次に示す(数4)式で得られる $x0$ まで相対的にウエハ4を回転する。つまり、 $x0 - \theta$ だけ相対的にウエハ4を回転する。

【0082】

(数4)

(数4)式より次の(数5)式の関係で求められる。

(数5)

は、0次回折光が十分に遮光できるように実験的に求められるものである。この場合、前述したように、ウエハ4の回転を検出し、回転補正を実施してチップ配列ベクトルを算出してチップ比較を実現する方法と、ウエハの回転検出はせずにチップ比較をしない方法が考えられる。しかしながら、チップ比較を実施する方法が、実施しない方法に対して検出感度等が低くなる。特に、ウエハ4上に形成されたパターンにおいては、角部の丸みのように様々な方向成分を有して0次カットフィルタ39で全てを取り除くことができない。従って、チップ比較をすることによって0次カットフィルタ39で消去できないものも除去することができる。

【0084】[第9実施例]次に検査ユニット(検出ヘッド1a、ハンドリング機構5等から構成)の設置に関して説明する。即ち、以上説明した検査ユニットを所定の仕様でプロセス装置(図1、図9及び図10に示す。)、ウエハの搬送系5(図1、図9及び図10に示す。)、ウエハストッカ部131(図13に示す。)等に設置すればよい。検査時には、この検査ユニット(検出ヘッド1a)を構成する検出光学系36の焦点深度の範囲内で、ワーク(ウエハ)4の検査面を通過させる。即ち、この際、ワーク(ウエハ)4の検査面を、この焦点深度の範囲内で通過させれば良い。また、ワーク(ウエハ)4を載置するステージまたは搬送するアーム等のハンドリング機構によっては、ウエハのそりが吸収できない場合があり、このような場合、後述する自動焦点や自動傾き合わせが必要になる。この場合であっても、ウエハのそりの曲率は問題になるレベルではない。

【0085】次にワーク(ウエハ)4を搬送するためのハンドリング機構5におけるアーム5aについて図33

に基づいて説明する。前記したようにワーク（ウエハ）4の検査面を、検査ユニット（検出ヘッド）1aの検出光学系36の焦点深度の範囲内にする必要がある。そのため、ワーク（ウエハ）4を平坦なステージまたはアームに吸着する必要がある。真空中においては、真空吸着ができないため静電吸着タイプの吸着方式が望ましい。たとえば、静電吸着タイプの搬送アームの例を図33

(a)、(b)に示す。この静電吸着アーム331(5a)の電気回路333(図33(b)に示す。)の構成の例を示している。ウエハ4のそりは $\pm 10\mu\text{m}$ 程度におさえる必要がある。

【0086】図33(b)に静電チャック332の断面を示す。1対の電極333を並べたものであり、2極に高電圧335をかける。吸着開始時にスイッチング信号337に基づいてスイッチング回路336を制御して高電圧335からの電圧をかけ、吸着除去時にスイッチング信号337に基づいてスイッチング回路336を制御して2局を短絡する。このステージは、あくまで、ワーク（ウエハ）4の搬送用として、前述した搬送ロボット（ハンドリング機構）5のアーム5aとして使用されるものであり、かつ、ワーク（ウエハ）4のそりをなくすものである。従って、ローダ又はアンローダ（ウエハカセット）8a、8bからワーク（ウエハ）4を引き抜くに十分な薄さを有し、ワーク（ウエハ）4のそりを矯正するに十分な厚さを有するものである。具体的には、厚さ2mm~6mm程度のセラミックがよい。また、大きさも、ワーク（ウエハ）4のそりを矯正するに十分なものでなければならない。具体的には、ワーク（ウエハ）4の半径の6割から10割の半径を持つ形状が良い。もちろん、形状は円盤状である必要はなく、矩形、三角形等の他の形状であってかまわない。また図33(c)、(d)に、大気中の搬送アーム321の断面を示す。この搬送アーム321には、真空源(図示せず。)に接続された排気通路324に連通した穴323につながった真空吸着溝322が設けられ、ワーク（ウエハ）4を真空吸着できるように構成されている。このように大気中では、搬送アーム5aにおいて図33(c)、(d)に321で示す真空吸着式が使用できるので、上記真空吸着式が望ましい。もちろん前述したように静電吸着であっても良い。また、そのほかの形状、厚さ、材質等は、前述した静電吸着タイプのものと基本的には同一である。このような、搬送アーム5aは、異物検査のためだけでなく、ワーク（ウエハ）4のそりが問題になるその他の用途にも用いられるべきものであることは言うまでもない。即ち、ハンドリング機構（搬送ロボット）5の搬送アーム5aは、プロセス装置(図1、図9及び図10に示す。)、ウエハの搬送系5(図1、図9及び図10に示す。)、ウエハストッカ部131(図13に示す。)等に設置され、ワーク（ウエハ）4を搬送するためのものである。

【0087】次にワーク（ウエハ）のそり対応の装置について図34~図38を参照して説明する。本発明による異物検査装置1は、ワーク（ウエハ）4にそりがあった場合、2つの点で問題になる。一つは、そりによる検出光学系（対物レンズ37）36の焦点位置の変動である。たとえば、図34(a)に示すように、8インチウエハ4の中央が周囲に対して $400\mu\text{m}$ 膨らんだような形状のそりがある場合、視野341の35mmの範囲では光軸方向に最大約 $140\mu\text{m}$ の変動となる。2つめは、このそりによるウエハ4の表面の傾きにより、ウエハパターン（フーリエ変換像）の位置が、予め設置されている空間フィルタ39と位置ずれを起こしてしまい空間フィルタリング効果が損なわれることである。上記の程度のそりの場合、つまり $(\Delta\delta = 140\mu\text{m}/35\text{mm})$ の傾きの場合、図36に示すようにフーリエ変換面361での位置ずれは、 $(140\mu\text{m}/35\text{mm}) \cdot (f = 70\text{mm})$ となり、 $280\mu\text{m}$ の位置ずれとなる。なお、fは、検出光学系（対物レンズ37）36の焦点距離である。

【0088】これら2つの問題を解決するため以下の方法が必要となる。上記説明したように、ウエハ全体では、複雑な形状をしたそりも、35mmの視野341内では、ほぼ平面と考えられる。従って、図34(a)に示すように、この視野341内の中央部での法線方向と光軸を合わせるような調整機構を設ければよい。即ち、図34(b)、図35~図38にウエハ4のそり対応の装置を示す。この装置は、そりの検出部345a、345bとそりへの合わせ機構部381とから構成される。

【0089】即ち、この装置（そりの検出部345a、345bとそりへの合わせ機構部381とから構成される。）は、光源31(図34(b)に示す。)又は光源349(図35(b)に示す。)、ミラー348を有する結像光学系346(図34(b)に示す。)又は結像光学系350(図35(b)に示す。)、2分割検出器（1次元又は2次元のイメージセンサでも良い。）347、2分割検出器347からの信号a、bについて処理する信号処理系350、図38に示すように該信号処理系350から得られるワーク（ウエハ）の表面の傾き $\Delta\delta$ を示す信号351を受信して駆動部を制御するコントローラ382、該コントローラ382からの駆動信号によって駆動される駆動部383から構成される。光源31、349から射出した光は、結像光学系346、350により2分割検出器352上に結像される。信号処理系350では、この2分割検出器352における受光部352aからの信号aと受光部352bからの信号bとにより、例えば、コントラスト $(a-b)/(a+b)$ 等の算出処理を施し、この値 $(a-b)/(a+b)$

(図37に示す。)が、0(合傾範囲内)になるように検出光学系36全体を、そりへの合わせ機構部381により光軸とリニア検出器40を含む平面内で $\Delta\delta$ 方向に

回転させ、その法線方向と光軸が重なるように調整する。この調整は、検出光学系36とワーク（ウエハ）4が相対的に走査される間、自動的に、独立に調整され続ける。図35（a）に、2分割検出器352においてワーク（ウエハ）4の傾きに応じて検出する状態を示す。即ち、ワーク（ウエハ）4の表面が傾いていない場合、2分割検出器352において中心線356に位置する実線で示す光束354を受光し、ワーク（ウエハ）4の表面が $\Delta\delta$ 方向に傾いている場合、2分割検出器352において中心線356から偏位した点線で示す光束355を受光することになる。

【0090】また、上記の信号処理系350ではコントラストを算出したが、差 $a-b$ 、あるいは比 a/b 等の演算であっても良い。また、この際の回転中心は、光軸とワーク（ウエハ）4との交点あるいはその近傍であることが望ましい。この場合、ワーク（ウエハ）4内の視野が、走査方向に垂直な方向で変動することがないからである。そりへの合わせ機構部381の構造は、ボールベアリングを用いた構造、板バネを用いた構造、コイルバネを用いた構造、リンク構造などであってかまわないが、図38に、コイルバネ388を用いた構造を一例として示す。この場合、傾き合わせの回転中心はコイルバネの中心付近になり、光軸とワーク（ウエハ）4との交点からやや離れることになるが、十分交点に近いと考えられる。なぜなら、この回転中心と上記交点との距離を d とすると、上記の例の傾きが存在した場合の光軸傾きの調整結果として、視野の検出器方向のずれは、 $(140\mu\text{m}/35\text{mm}) \cdot (d=\text{たとえば}35\text{mm}) = 140\mu\text{m}$ となり、問題になるほど大きな値ではない。さらにリンク構造等を用いこの回転中心を上記の交点に近づけることができる。この際の $\Delta\delta$ 方向の駆動系は、圧電素子を用いても、図38に示したように、パルスモータ383の出力軸に取付けられたカム機構384を用いても良い。387は、枠状をした検出ヘッド1aの基台（ベース）である。パルスモータ383及びパルスモータ385は、基台（ベース）387に取付けられている。389は、照明光学系31及び検出光学系36を取り付けた板部材である。従って、照明光学系31及び検出光学系36は、パルスモータ383を回転駆動することによってカム機構384によりコイルバネ388を中心にして $\Delta\delta$ 方向に傾斜して補正することになる。またパルスモータ385を回転駆動することによってカム機構386によりZ方向に Δz 変位して補正することになる。

【0091】次に自動焦点検出系について図38～図44を参照して説明する。即ち、ワーク（ウエハ）4のそりは、ワーク（ウエハ）4の傾きとなると同時に、特にワーク（ウエハ）4の周辺部で、焦点位置からのずれとなって現れる。従って、この焦点位置の検出と調整機構が必要になる。図39に自動焦点検出系の一実施例を示

す。自動焦点検出系は、光源405、スリット406、結像光学系404、スリット401a、401b、検出器402a、402b、信号処理系403、駆動系385、386（図38に示す。）より構成される。光源405としては、より輝度の高いものが望ましく、結像光学系404を通して焦点位置測定対象物（ワーク（ウエハ）4）上にスリット406の像が結像される。さらに同一の結像光学系404により、ワーク（ウエハ）4上に結像したスリット像が検出器402a、402bの前に設置されたスリット401a、401b上に結像される。ここで、光源405の後のスリット406と検出器402a、402bの前のスリット401a、401bは完全に共役な位置にあるのが望ましい。即ち、これらのスリット406、401a、401bの形状は同一であり、結像光学系404の横倍率分だけ大きさが異なっている必要がある。ここで、これら検出器402a、402bの各々の前に設置されたスリット401a、401bは、焦点が合う位置から光軸方向にそれぞれ後方に ΔZ_1 、前方に ΔZ_2 ずらされて設置される。401は、結像光学系404の開口数（NA）を決定する視野絞り（フィルタ）である。407、408はハーフミラーである。

【0092】以下、焦点位置検出の作用について説明する。図41にデルタ関数（スリットの短軸方向） $P(u)$ （図41（c）に示す。）、焦点ぼけ関数（ベッセル関数） $D(u)$ （図41（b）に示す。）及び光学的伝達関数（円錐状の関数） $M(u)$ （図41（a）に示す。）のフーリエ変換、つまりフーリエ変換領域での形状を示す。検出信号は、これらの関数の積（ $M(u) \cdot D(u) \cdot P(u)$ ）（図41（d）に示す。）を取り、さらにフーリエ変換して算出された形となる。図42（a）にこの形状を示す。焦点ぼけが生じたとき、像の大きさが広がり、検出信号のレベルが下がる現象を示す。従って、同じ大きさの開口（スリット）401a、401bを配置し、この開口401a、401bを通過してきた信号（図42（b）に示す。）を各検出器402a、402bにおいて測定する。ここで、2つの検出器402a、402bの位置をそれぞれ前後に配置しておけば、焦点ずれが生じたとき、図43（a）に示すように一方が増加し、一方が減少する。そこで、信号処理系403において、この2つの信号のコントラスト $(a-b)/(a+b)$ を算出すれば、図43（b）に示す信号となり、これが0点（許容範囲内）を通過するのが焦点位置になる。405は光源、406は2次光源を形成するスリットである。

【0093】この発明を実施する上で考慮すべきことは、2つの検出器402a、402bをどれだけ離すか、結像光学系404の開口数（NA）をいくつにすべきかの2点である。これは、本発明の自動焦点系の測定レンジ及び測定精度と密接に関わる。具体的には、一方

の検出器からの出力信号のピーク位置とこの出力信号がピーク位置から $1/100$ 程度に下がる位置までが焦点深度となり、2つの検出器402a, 402bの間の距離はこの焦点距離分だけ離すのがよい。レンズ404の開口数はこの焦点深度を決めることになるため、測定レンジを広げたい場合は、開口数を小さく、測定精度を向上したい場合は、開口数を大きくする。レンジと精度の両立は難しいため、以下に示すような工夫がある。

【0094】レンズ404の瞳上に図40に示すような長方形状（あるいは楕円、長円等）のマスク410aを載置し、x方向、y方向で開口数を変えるようにする。さらに2次光源のスリット406aを図に示すような2つの直行するスリットを設け、それぞれを2組の検出器402a, 402bと検出器402a', 402b'で別々に検出する。この際、開口数の違いによりそれぞれのスリットの焦点深度が異なるため、検出器402a, 402bと検出器402a', 402b'との間の距離はそれぞれの組で異なるように設定する。具体的には、長方形のマスク410aの短い方向では、開口数が小さくなるため焦点深度が大きくなり検出器間の距離も離す必要が有る。図44(a)には、検出器402aから出力される信号a、検出器402bから出力される信号b、検出器402a'から出力される信号a'、検出器402b'から出力される信号b'を示す。また図44(b)には、信号処理系403で処理された $(a-b)/(a+b)$ と、 $(a'-b')/(a'+b')$ との信号を示す。この2つのレンジの焦点検出系を組み合わせることにより、つまり、粗精度高レンジの系で高精度低レンジの測定レンジまで調整することができるので、総合的には、高精度、高レンジの焦点検出系が実現できる。ここではスリットを用いているが、複数のスリット任意な位置に配列したものであっても、ある幅を持ったリング形状のスリットであっても、あるいはこれらの組み合わせたものであってもかまわない。

【0095】ここでスリットの変わりにピンホールでもかまわないが、スリットを用いることによりスリットの長手方向の積分効果が現れる。ワーク（ウエハ）4上に回路パターン等のパターンが形成されており、更に2つの検出器402a, 402b及び402a', 402b'のスリットへの結像位置が多少のズレがある場合、2つの検出器402a, 402b及び402a', 402b'の信号は、焦点変動に対して同一形状の変動をしなくなる。上記の積分効果によってこのようなスリットの位置ずれがある場合であってもその影響を軽減できる効果がある。本実施例の自動焦点検出系では、ワーク

（ウエハ）4に傾きがあっても、無視できるという効果を有する。また、縞パターン投影するタイプより信号処理系が単純であると言う効果がある。また、本実施例では、ワーク（ウエハ）4上に結像するいわゆる2次光源としてスリットを用いているが、スリットを用いずに点

光源を用いても、あるいは、検出器側だけにスリット

（あるいはピンホール）を用いても良い。以上説明した実施例によれば、縞パターン投影等の煩雑な信号処理をせずに、焦点位置が自動的に算出される。自動焦点検出部は、ここに示したような光を用いるものでも、あるいは、静電容量を用いるものでも、また気圧変化を検出するものでも良い。

【0096】図45及び図46にワーク（ウエハ）のその対応と自動焦点合わせとの両方を行わせる実施例を示す。即ち、照明光学系31でワーク（ウエハ）4の表面に集束照明された線状の光束41を結像光学系451で2分割検出器（1次元又は2次元のイメージセンサでも良い。）452上に結像させ、452aと452bとの境界である中心に線状の光束41が結像されるのを検出することによって検出光学系36の自動焦点合わせを行うことができる。即ち、例えば、受光部452aからの信号aと受光部452bからの信号bとに対して $(a-b)/(a+b)$ なる演算を信号処理系403で施してその値が0になるように、例えば図38に示すように検出光学系36をZ方向に微動させることによってワーク（ウエハ）4の表面を自動焦点合わせを行うことができる。同時に照明光学系31でワーク（ウエハ）4の表面に集束照明された線状の光束41を結像光学系346で2分割検出器（1次元又は2次元のイメージセンサでも良い。）352上に結像させ、352aと352bとの境界である中心に線状の光束41が結像されるのを検出することによって検出光学系36をワーク（ウエハ）4の表面の傾きに合わせることができる。即ち、例えば、受光部352aからの信号aと受光部352bからの信号bとによって $(a-b)/(a+b)$ なる演算を信号処理系350で施してその値が0になるように、例えば図38に示すように検出光学系36を $\Delta\theta$ 方向に微動させることによってワーク（ウエハ）4の表面の傾きに合わせることができる。即ち、図45及び図46に傾き補正、自動焦点の実施例を示す。本実施例は、検出器352、452は、前述したような、2分割素子を用いたものであるが、検査のための照明光学系31の光束を用いるものである。図示するように、傾き検出は、ウエハ上の検査位置（照明点）のフーリエ変換の位置にy方向で2分割されるように2分割検出器352を置く。また、自動焦点は、ウエハ上の検査位置（照明点）の結像の位置にx方向で2分割されるように2分割検出器452を置く。このような構成により新たな照明を必要としない効果がある。

【0097】[第10実施例]次に検査ユニット（検出ヘッド）1a, 1a'を、プロセス装置（ウエハ4上にA1等の金属薄膜を形成するスパッタ装置、ウエハ4上に絶縁薄膜を形成するCVD装置、エッチングを施すエッチング装置等）（図1、図9及び図10に示す。）、ウエハの搬送系5（図1、図9及び図10に示す。）、

ウエハストッカ部131(図13に示す。)等に設置する仕方について、図47及び図48を用いて説明する。即ち、本発明において、2チップ比較検査をする際、図22~図24に示すように回転補正オペレータ187が必要になるが、この回転補正オペレータをソフト処理(電氣的処理)で行うことができる。しかし、空間フィルタ(0次カットフィルタ)39を用いる場合(図3及び図31に示す。)においては、空間フィルタ39の方向とウエハ上に形成されたチップ格子の向き θ とを合わせる必要があり、また空間フィルタ(0次カットフィルタ)39を用いない場合(図29に示す。)においても、ウエハ上に形成されたチップ格子の向き θ を $\times 0$ (max)より大きくする必要がある。一方、プロセス装置に搬入されてハンドリング機構5の搬送アーム5aで搬送される場合、通常ウエハ4はオリフラ合わせされており、 ± 10 度以下の回転ずれが生じた状態である。従って、この回転ずれをウエハ側か、あるいは検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'側のどちらかで補正することが必要となる。

【0098】ウエハ4側で行おうとすると、ハンドリング機構(ロボット機構)5において、搬送アーム5aの先端(ウエハ4の中心)を中心にして微回転させる必要があり、搬送アーム5aの駆動制御が複雑となる。また搬送アーム5aの先端に微動回転ステージを設けて、この微動回転ステージを微動回転駆動させて回転ずれを補正することができるが、搬送アーム5aの機構が複雑になってしまう。また搬送アーム5aとは、別に回転ステージを設けることも考えられるが、この回転ステージを設けるためのスペースが必要となる。このように、プロセス処理装置内に設置されたハンドリング機構(ロボット機構)5として特殊なものにしなければならなくなり、共通性が失われることになる。

【0099】そこで、検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'側で回転ずれ補正を行うと上記課題は解決することができる。しかし、検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'の機構は、多少複雑になる。図47には、検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'側で回転ずれ補正を行う実施例を示す。図47(a)に示す実施例では、例えば3チャンネル(照明光学系31と検出光学系36との組を3組)の検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'をアーム部材471上に設置し、該アーム部材の中心473を回転中心にしてアーム部材471全体を、円弧状ガイド(円弧状レール)472に沿って摺動自在に片持ち支持して回転できるように構成している。なお、474は、円弧状ガイド(円弧状レール)472上に固定された歯車である。475はアーム部材471上に設けられたモータであり、出力軸に取り付けられた歯車が、上記歯車474と噛み合っている。そしてモータ475を回転駆動させることによって、アーム部材471は473を中心にして回転し、 ± 10 度以下の回転

ずれを補正することができる。

【0100】図47(b)に示す実施例では、例えば3チャンネル(照明光学系31と検出光学系36との組を3組)の検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'をアーム部材471上に設置し、該アーム部材の中心473を回転中心にしてアーム部材471全体を、円弧状ガイド(円弧状レール)472に沿って摺動自在に片持ち支持して回転できるように構成している。なお、476は、アーム部材471に固定された歯車である。477は円弧状ガイド(円弧状レール)472上に設けられたモータであり、出力軸に取り付けられた歯車が、上記歯車476と噛み合っている。そしてモータ477を回転駆動させることによって、アーム部材471は473を中心にして回転し、 ± 10 度以下の回転ずれを補正することができる。上記実施例では、回転のガイド472として、中心が上記のアーム部材471の中心473になるような円弧状のものをを用いている。しかしながら、このガイドは、このような円弧状のものである必要はなく直線状のガイドとリンク機構を用いても良い。

【0101】図47(c)に示す実施例では、例えば3チャンネル(照明光学系31と検出光学系36との組を3組)の検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'を板状部材479上に設置し、該板状部材479を、基台(ベース)に片持ちで固定されたアーム478の先端において軸心473に回転自在に支持して構成している。そしてアーム478の先端の軸心473にモータ480を設け、該モータ480の出力軸を板状部材479に直結し、モータ480を回転駆動させることによって、板状部材479は軸心473を中心にして回転し、 ± 10 度以下の回転ずれを補正することができる。このように、検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'をアーム部材471、または固定されたアーム478により片持ち支持するように構成したことにより、検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'を、473を中心にして、 ± 10 度以下の回転ずれを補正する機構として、必要スペースを最小にすることができる。図48には、回転ずれを補正する機構のない検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'を片持ち支持する実施例を示す。482は、例えば3チャンネルを備えた検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'を搭載した板状部材であり、この板状部材の下側にミラー35を取り付けている。しかし、ミラー35は、後述するように、必ずしも、板状部材482に取り付ける必要はない。そしてこの板状部材482は、基台481に対して片持ち支持で装着できるように構成されている。このように構成することによって、検査ユニット(検出ヘッド)1a, 1a'の取り外しを容易にすることができる。この取り外し機構は、鋼球あるいはころ483を利用しているため、取り外しても再設置の際位置が再現され、再調整の手間を省く効果がある。

【0102】次に図1、図9及び図10に示す実施例と同様に、更に異物検査装置1を構成する検査ユニット

(検出ヘッド) 1a、1a'のプロセス成膜装置への適用について図49～図51に基づいて説明する。即ち、半導体の生産は、効率生産を目的に大口径化が進んでいる。また、製品完成までの日数(工完日数)の短縮が叫ばれている。枚葉処理は上記の課題を対策する方法として成膜装置、エッチング装置などの処理装置で進んでいる。さらに、これらの装置を安定に稼働させ、かつ上記の工完日数をのばさないようにする必要がある。本発明は、ウエハの処理前後の搬送中に異物欠陥の検査をすることにより、この課題を解決するものである。具体的には、多くのプロセス処理装置で、図10、図50に示すような、中心搬送室104を中心にしたマルチチャンバ方式が用いられている。この方式に共通した中心搬送室104上に、今まで説明した検査ユニット1a、1a'を設置する構成としている。このようにすることにより、異物検査装置1と、プロセス処理装置の設置上のインターフェイスを規格化することができ、異物検査装置1の適用をなめらかにできる。ここでは、中心搬送室104に設置したが、マルチチャンバの一室(予備室)501に設置しても良い。さらに、これらの処理装置では一度真空室内に入れたウエハを大気開放せずに複数の処理を施すことがある。このような場合、真空内のウエハ上の異物を検査する必要がある。そこで、真空内のウエハを、図10と同様に、図49に示す真空室に設置された窓(ダミー・ポート)106dを介して、大気中に設置した検査ユニット(検出ヘッド)1a、1a'を用いて真空室内のウエハ上の異物を検出する。ここで、図49に示した、真空窓106dを含むフランジを規格品とすればよい。

【0103】図51(a)には、照明光学系31のミラー35を真空室(搬送室)104内に設置すべく、真空対応標準フランジ106に取り付けた実施例を示したものである。図51(b)には、照明光学系31のミラー35を真空室(搬送室)104内に設置すべく、窓(ダミー・ポート)106dの下側に取り付けられた実施例を示したものである。照明光をウエハ4の表面に対して角度 α が少なくとも60度以上で照明しようとするミラー35を真空室(搬送室)104に設置せざるを得なくなる。即ち、透明な窓を通して斜め方向から照明したのでは、集光性が確保できなくなるからである。また、検出光学系36の対物レンズ37としては、異物の検出感度を向上させるために、NA(開口数)の大きな(例えば0.2)、即ち焦点距離fの短い(例えばf=40mm程度)小形のレンズを使用した方がよい。そうすると透明窓106の下面と搬送されるウエハ4の表面との間の間隙が(例えば20mm程度)非常に狭くなる。従って、図10(b)に示すように、ミラー35を大気中においた場合、真空対応標準フランジ106を標準化でき

なくなると共に該真空対応標準フランジ106の下面とウエハ4の表面との間に間隙を形成することが難しくなる。一方、ミラー35を真空室内に設置した方が、真空対応標準フランジ106を標準化できると共に、ミラー35が搬送されるウエハ4の表面に余裕をもって接触しないようにミラー35を設置することは可能となる。

【0104】検査ユニット(検出ヘッド)1a、1a'が真空窓106から切り離して設置され、位置調整可能なタイプの場合、搬送アーム5aに対する光学系の位置調整が容易である。つまり、検査ユニット(検出ヘッド)1a、1a'を取り外し、更に取り付けるような場合、この設置時に必要な調整は、光学系31、36の全体のz方向と光学系31、36が持つ直線状の視野の傾きとの2自由度の調整だけになる。また、先に説明したウエハ4のそりに追従した自動傾き補正、及び自動焦点などの機構を用いる場合、この光学系31、36が真空窓106から切り離して設置され、位置調整可能なタイプが必然である。(もちろん、照明光学系31の光強度が十分にあり、照明光束を十分広くできるような場合は、自動焦点も、自動傾き補正も検出光学系36だけで良いため、照明用のミラー35等の一部の部品が真空窓106側に設置されていても問題ない。)また、このようなタイプの検出系の場合、真空装置でない処理装置に設置する場合もそのまま検査ユニット(検出ヘッド)1a、1a'を設置できるという効果がある。ただし、検出光学系36の対物レンズ37の開口数(NA)が大きい(例えば0.2~0.3)場合、対物レンズの収差が問題になり、予め真空窓106を考慮に入れてレンズ系を設計する必要があるため、大気中でもここで示したような窓を収差補正用に用いる必要がある。また、検査ユニット(検出ヘッド)1a、1a'の取り外しを容易にする構成を図48に示す。これは、鋼球あるいはころ483を利用し、取り外しても再設置の際位置が再現され、再調整の手間を省く効果がある。

【0105】また、図51(b)に示すように、照明用のミラー35を真空窓126dに接着する構造は、フランジ106の構造を単純にする効果を有する。この場合、検出光学系36とウエハ4の表面との間の間隙を多くとることができるので、窓ガラス106d、フランジ106とも厚くできる効果がある。ウエハ4上に成膜された膜の粒径が大きいような工程の場合、照明はできる限り大きな入射角度(α が60度に近い角度)で入射するのが望ましい。逆に、ウエハ上に成膜された膜の粒径が小さく膜質が殆ど鏡面に近い工程の場合、照明はできる限り小さな入射角度(α が80~85度)で入射するのが望ましい。これは、入射角が大きいと、膜の粒径からの反射がおさえられ、異物が強調されるからである。また、膜質が鏡面に近い場合は、より前方散乱を検出できるように、入射角は小さい方がよい。従って、本発明のオンマシン異物検査装置のような場合、各装置毎に成

膜する膜が決定されているのであるから、膜に合う入射角度が選択されるべきである。

【0106】また図52に示すように、検出光学系36の対物レンズ（テレセントリック光学系）37の先に迷光を遮光する遮光板（フィルタ）521、522を設置する方が望ましい。即ち、前述した実施例においては、照明光学系31により、強力な照明を用いるためウエハ表面あるいはレンズ表面での反射が原因になって、リニアイメージセンサ40で検出する検出像に迷光が入ることがある。そこで図52に示すような遮光板521、522を検出光学系36の光路に設置する。これは、リニアイメージセンサ（検出器）40が線状であり、レンズの全光束の内すべてを有効に活用していないため、活用されない部分は遮光してしまうという思想である。この効果をさらに有効にするため、この遮光板521、522を複数段設置するのがよい。更に、検査ユニット（検出ヘッド）1a、1a'を室内の照明が入らないようにカバーできないような場合においても、室内の照明の影響を受けることもない。

【0107】

【第11実施例】次に異物検査における走査モード（搬送モード）について、図53～図56を用いて説明する。図53（a）（b）に、一般的なウエハハンドリング機構（ウエハ搬送ロボット）5を示す。このような構

$$x = l \cdot \sin(\omega t)$$

ここで、 ω はロボットの回転軸の各速度である。従って、ウエハの走査速度は、 x を時間微分した x ドットで

$$x(\text{ドット}) = l \cdot \omega \cdot \cos(\omega t)$$

このようなステージを用いる場合の対応方法の内、3)の電気回路によるウエハの回転補正時にチップ比較の対応点を対応させる方法について図56（a）に基づいて説明する。この方法では、ウエハ4が載置された状態で、まずウエハの傾き θ が回転検出処理186においてウエハ回転方向検出器110から検出される信号に基づいて算出され、このウエハの傾き θ に応じて、参照テーブル561により比較対象のチップの座標関係（ mpx , mpy ）が求められる。この座標関係（ mpx , mpy ）に応じて、メモリ189上に格納された検出信号から、比較演算手段190により比較対象チップの情報が引き出され比較される。ここで、参照テーブル561は、演算処理を高速にするために用いられているものであり、必ずしも必要なものではない。参照テーブル561は、ウエハ走査の非等速性に対応するものである。ウエハの走査速度（ x （ドット））は、ロボットアームの各位置で一意的に決まり、ある速度で運動した際の検出画像ゆがみも一意的に決まるため、ロボットアーム5a、5bの各位置で検出画像ゆがみは一意的に決まる。そこで、ロボットアーム5a、5bの各位置毎にチップ比較時の対応点の位置座標を対応させることができる。この対応関係を参照テーブル561とする。

成（肩部5cと該肩部5cに垂直軸回りにモータ（図示せず）によって回転駆動される上腕のアーム5bと該上腕のアーム5bの先端に垂直軸回りにモータ（図示せず）によって回転駆動される前腕のアーム5aとで構成される。）のロボットでは、搬送アーム5aの回転が等速度の場合、ウエハ4の搬送速度は等速にならない。この結果、リニアイメージセンサ40で異物を検出するとき、画素サイズが場所により変動したり、蓄積時間が変わることにより検出出力が変動したりすることがある。これは、前述したように（図22～図25）、チップ比較の対応点を算出する際に問題になる。

【0108】そこで、1) ロボットが直線運動になるような制御をする、2) 検出した画像平面がゆがまないように検出時の蓄積時間を制御する、3) 画像はゆがんだまま取り込んで電気回路によるウエハの回転補正時にチップ比較の対応点を対応させる、等の処理を施す必要がある。このようなタイプのロボットでは、各時間に図54（b）に示したようなサインカーブの速度の運動をする。したがって、各時間には図54（a）に示したようなサインカーブの位置に移動する。即ち、前述したように、上記のタイプのロボットでは、ウエハの位置 x は、次の（数6）式の関係性を有し、時間 t と共に図54

（a）に示したようなサインカーブになる。

（数6）

表され、次の（数7）式の関係となり、図54（b）で示される。

（数7）

【0109】一例として、ロボットの腕の長さ $l = 100 \text{ mm}$ 、腕の初期位相 $\varepsilon_0 = 30^\circ$ （腕の回転位相範囲 $-30^\circ < \varepsilon < 30^\circ$ ）、ロボットの回転パルスレート f_0 、画素サイズ $p_s = 7 \text{ ミクロン}$ 、蓄積時間 $t_i = 1 \text{ msec}$ 、最大速度 $v_m = 7 \text{ mm/sec}$ の場合、チップピッチ $p = 10 \text{ mm}$ のウエハが $\theta = 5^\circ$ の傾きを持って走査される時について具体的数値を算出してみる。比較チップの関係座標を x 方向、 y 方向それぞれの差画素数（ mpx , mpy ）で示す。

$$\begin{aligned} \text{【0110】} \quad mpx &= p \cdot \sin \theta / p_s = 124 \\ mpy &= p \cdot \cos \theta / p_s = 1423 \end{aligned}$$

ここで、最大速度で搬送されている場合は、この値で、検出画素は正方形となる。ここで、搬送速度 $v = 0.8 \cdot v_m$ の時、 $mpx = 124$ 画素、 $mpy = 1423$ 画素では、正方形にならない。この速度で搬送して、正方形にするためには、

$$\begin{aligned} mpx &= (p \cdot \sin \theta / p_s) \cdot (v_m / v) = 155 \\ mpy &= (p \cdot \cos \theta / p_s) = 1423 \end{aligned}$$

となる。ここで、腕の回転位相範囲が $-30^\circ < \varepsilon < 30^\circ$ 程度の際は、上記のような近似式でも特に問題はないが、これより広い場合、あるいは、さらに高精度で管理したい場合は、以下の近似を用いない方法を用いて参

照テーブル 561 を作成するのがよい。

$$x(m) = v m \cdot (f_0 / 2\pi) \sin(2\pi \cdot n / f_0 - \varepsilon_0) + C \quad (\text{積分定数})$$

ここで、 $m = (2 \cdot l / p s) \cdot n$ の時、

$$x(m + m_{px}) - x(m) = p \cdot \sin \theta$$

を満たすように、 m_{px} を算出する。 m_{py} は変化しない。

参照テーブル 561 は、 n に対応して、 m_{px} 、 m_{py} を算出しておけばよい。

【0111】また、2) 検出した画像平面がゆがまないように検出時の蓄積時間を制御する方法について説明する。この方法は、図 55 に示すウエハ (搬送アーム) の速度曲線 (x (ドット)) を予め知っておきこの曲線に対応してリニアイメージセンサ (検出器) 40 の蓄積時間を変化させるものである。各検出画素が正方形 (リニアイメージセンサ (検出器) 40 が正方形でない場合は、リニアイメージセンサ (検出器) 40 の画素形状に相似な図形、たとえば長方形) になるように蓄積時間を変化させるものである。このためには、ステージの走査速度 (x (ドット)) の逆数 T_i に比例するような蓄積時間にすれば、各位置で縦横の倍率が一定になる。

【0112】即ち、図 56 (b) に示すように、ステージパルスカウンタ 562 により搬送ロボット 5 のエンコーダから検出されるロボットアーム 5a、5b の回転角度からウエハ (搬送アーム) の送り位置 (x) が計測され、この位置毎に演算手段 563 によりウエハ (搬送アーム) の速度 (x (ドット)) が算出され、この速度から蓄積時間が算出される。タイミング発生手段 564 では、演算手段 563 で算出された蓄積時間でリニアイメージセンサ 40 からの信号が検出されるようにタイミング信号 565 を発生する。この信号 565 を用いて検出された画像信号 i は、検出の時点で、ゆがみが無い状態で一時的にメモリ 189 に格納される。一方、図 23 に示すように、 θ 検出処理 186 でウエハの傾き θ が検出され、この値と設計データからのチップピッチ p を基に対応点の座標を作成し、この座標を基にメモリ 189 に格納されているデータを引き出し対応点を比較演算手段 190 で比較することにより異物を示す信号 188 を検出することができる。ここで、検出信号 i は、蓄積時間が異なるため、大きさが真の値からずれてしまう。この検出信号 i のずれも、上記の方法に準ずる方法で、補正可能なのは言うまでもない。ところが、この補正により、ノイズも強調されてしまうことがある。故に、機構により θ 合わせを実施した後に信号を検出する方法が、最も良いデータを与える。

【0113】[第 1 実施例] 次に鏡面ウエハを保有するプロセス装置について図 57 を用いて説明する。

【0114】図 57 に鏡面ウエハを搭載したプロセス装置の実施例を示す。本発明に係わる異物検査システムでは、主に表面にパターンニングされた製品ウエハの異物を検査あるいはモニタする。ここで、表面にパターンが

ないウエハ (鏡面ウエハ) では、製品ウエハより高感度で異物を検査できる。そこで、プロセス装置の異物管理を鏡面ウエハを用いて実施することができる。ところが、この鏡面ウエハの異物検査では、装置からのウエハの搬送を含め時間と手間がかかっていたため、高頻度の検査ができないのが現実であった。また、鏡面ウエハの洗浄保管の手間も問題であった。

【0115】そこで、装置自体に鏡面ウエハのストッカ 571 を設置し、特定の頻度で、この鏡面ウエハ 4a を装置内を搬送し、本発明に係わるオンマシン異物検査装置 1 の検査ユニット 1a、1a' で、表面検査を実施する構成とした。これにより、上記の問題を解決して、高頻度の装置異物モニタリングが実現される。本発明の装置は、ウエハストッカ 571、昇降システム 572、カセット室 102、103、搬入口 573、異物検査ユニット 1a、1a'、搬送アーム 5a、搬送ロボット 5、中央搬送室 104、プロセス処理室 101 等構成される。ここで、ウエハ 4 は、カセット (1 ロット 25 枚のウエハが運搬されるタイプ、あるいはその他の数値の複数枚のウエハが運搬されるもの、あるいは、枚葉のウエハが運搬されるもの) 132 に載置された状態で、搬入口 573 から搬入される。ここで、ウエハカセット 132 の載置される位置に、載置されたウエハ 4 がそれぞれ平行になる状態で、鏡面ウエハ 4a を載置するウエハストッカ 572 が設置されている。鏡面ウエハ 4a を載置するウエハストッカ 572 の位置は、この位置でなくても搬送アーム 5a が搬送しやすい他の場所であっても良い。ここで、通常は、ウエハカセット 132 内のウエハ 4 が処理される。ここで、任意のタイミング、具体的には、ウエハ 1 ロット (1 カセット) 毎、あるいは数ロット毎、あるいは 1 日に 1 回等のタイミングで、ウエハストッカ 572 内の鏡面ウエハ 4a が搬送される。ウエハは、任意の搬送経路、具体的には、プロセス処理を含む通常の搬送経路、あるいは短縮された経路等の経路で搬送後、異物検査ユニット 1a、1a' で、表面異物が検査される。

【0116】さらに、この鏡面ウエハ 4a は、使用してウエハストッカ 572 に収納する毎に洗浄するわけではないので、使用する度に鏡面ウエハ 4a 上の異物は徐々に増えていくが、この変化が急峻でない限りは、特に問題にならない。そこで、このモニタリングでは、搬送前 (前回の検査結果) の異物付着マップ (図 58 (a) に示す状態) と搬送後の異物付着マップ (図 58 (b) に示す状態) の差を取り、この差 (図 58 (c) に示す状態) を、検査データとする。このようにして、鏡面ウエハ 4a 上に付着した異物の状態を検出することができる。

【0117】次に窓部での異物付着モニタについて説明する。ここで、鏡面ウエハ 4a の代わりに、プロセス処理室に設置された観察窓の内面を検査ユニット 1a で直

接検査あるいはモニタリングしても良い。この場合、表面は、鏡面であるため高感度で検査が可能である。また、鏡面ウエハ4aの搬送ストックなどの煩雑さが無い。また、処理中、処理間、等常時モニタできる等の効果がある。ここで、検査ユニット1aは、前述したような1次元検出器を走査して用いても良いし、2次元の検出器を用いても良い。さらに、ウエハ表面異物との関係を事前に把握しておき、ウエハ表面に異常が発生したようなときの観察窓の様子を予めデータベースに格納しておく、ウエハの表面の観察をせずとも観察窓の表面検査だけで装置の発塵状態を知ることができる。

【0118】ここで処理室壁面、観察窓を含む内面は、プロセス処理と共にゆっくり汚染されていく。この様子は、異物検出信号（異物の数あるいは検出信号強度）の緩やかな変化として観察される。ここで、表面からの膜離れ、あるいは、異常な異物発生が合った場合、前記の緩やかな変化ではない、急峻な変化が観察される。この急峻な変化は、急峻な増加だけでなく、急峻な信号減少であっても異常とされるべきである。表面の膜のはがれの場合、急峻な信号減少として観察されることが多い。このような異常を検出した場合、処理室壁面の掃除、その他の対策が施される。さらに、観察窓は、異物が付着するという点で装置内の壁面と同等の性質を持っているのが望ましい。具体的には、温度、表面の粗さ、材質（薄い金属膜等を蒸着し材質を同じにしておく。この場合、薄い金属膜は光を透過する。）等を同じにしておくのが望ましい。次にシェーディングの補正について説明する。本発明では、隣接チップ間で信号出力を比較するため、照明はより均一な強度で照射されるべきである。ところが、レーザのビームは一般的に中心が強く周辺が弱い。結果的に、照明強度は、直線上の視野の中央付近で強く周囲で弱くなっている。そこで、図3に示す照明光学系31の射出位置付近（シリンダリカルレンズ34の前に）にこの強度分布を逆に補正するような補正板を挿入する。この補正板は、曲線状のスリットであってもよく、中央付近の透過率を落としたNDフィルターであってもよい。

【0119】

【発明の効果】本発明によれば、半導体ウエハ、TF T基板等の半導体基板に対して成膜するスパッタ装置及びCVD装置、パターンを形成するエッチング装置、レジスト塗布装置、露光装置、洗浄装置等の様々なプロセス処理装置において、半導体ウエハ、TF T基板等の半導体基板に対して異常な付着異物の発生を低減して半導体を高歩留まりで生産することができる効果を奏する。

【0120】また本発明によれば、半導体ウエハ、TF T基板等の半導体基板に対して成膜するスパッタ装置及びCVD装置、パターンを形成するエッチング装置、レジスト塗布装置、露光装置、洗浄装置等の様々なプロセス処理装置において、半導体ウエハ、TF T基板等の半

導体基板に対して異常な付着異物の発生に対してアラーム等のフィードバックを行うことができ、このフィードバックに基づいて部分的に、または全体について洗浄したり、供給ガスの条件、排気の条件、温度条件、印加電圧等のプロセス条件を制御することにより異常な異物の発生を著しく低減して半導体を高歩留まりで生産することができる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係わるプロセス処理装置に異物検査装置を設置した場合の実施例を示した図である。

【図2】本発明に係わる全体のシステム構成を示した図である。

【図3】本発明に係わる検査ユニット（検出ヘッド）の具体的構成を示す図である。

【図4】本発明に係わる検査ユニット（検出ヘッド）におけるチャンネル数と走査の仕方との関係を示した図である。

【図5】本発明に係わる処理による増加異物マップの算出の仕方を説明するための図である。

【図6】本発明に係わる着エロット単位或いはウエハ単位に検出される異物数を示す図である。

【図7】本発明に係わる着エロット単位において、ウエハ毎に最大、最小、平均値の異物数を示す図である。

【図8】本発明に係わる過去の解析事例に基づいて異常の異物発生原因を推定する仕方を説明するための図である。

【図9】本発明に係わるプロセス処理装置に異物検査装置を設置した場合の図1とは異なる実施例を示した図である。

【図10】本発明に係わるプロセス処理装置に異物検査装置を設置した場合の図1及び図9とは異なる実施例を示した図である。

【図11】本発明に係わる異物検査装置にウエハコード識別装置を備えたシステム構成を示す図である。

【図12】本発明に係わる識別コードが印字されたウエハを示す図である。

【図13】本発明に係わるウエハストッカに異物検査装置を設置した場合の実施例を示した図である。

【図14】図13に示す保管棚の部分を示す図である。

【図15】本発明に係わるウエハのオリフラを検出してウエハ回転方向を検出する実施例を説明するための図である。

【図16】本発明に係わるウエハのオリフラを検出してウエハ回転方向を検出する図15と異なる実施例を説明するための図である。

【図17】本発明に係わるウエハ上に形成されたチップ格子を検出してウエハ回転方向を検出する実施例を説明するための図である。

【図18】本発明に係わるウエハ上に形成されたチップ格子を検出してウエハ回転方向を検出する図17と異な

る実施例を説明するための図である。

【図19】本発明に係わるウエハ上に形成されたチップ格子を検出してウエハ回転方向を検出する図17及び図18と異なる実施例を説明するための図である。

【図20】本発明に係わるウエハ上に形成されたチップ格子を検出してウエハ回転方向を検出する図17及び図18及び図19と異なる実施例を説明するための図である。

【図21】本発明に係わる検出像からウエハの回転角を検出する仕方を説明するための図である。

【図22】本発明に係わるチップ比較において回転補正オペレータを施すための説明図である。

【図23】本発明に係わるソフト処理で行うチップ比較システムを示す図である。

【図24】図23の説明図である。

【図25】本発明に係わる回転機構を用いて行うチップ比較システムを示す図である。

【図26】図25の説明図である。

【図27】本発明に係わる検出像からウエハの回転角を検出するための説明図である。

【図28】照明光とウエハからの回折光と対物レンズの開口数との関係を示す正面図である。

【図29】照明光とウエハからの回折光と対物レンズの開口数との関係を示す平面図である。

【図30】ウエハのチップ配列方向を示す図である。

【図31】空間フィルタで0次回折光を遮光する説明図である。

【図32】本発明に係わる検査ユニットにおける検出光学系の焦点深度とワーク検査面との関係を示す図である。

【図33】本発明に係わるハンドリング機構（搬送ロボット）の搬送アームにおいて、ウエハを吸着する構成を示す図である。

【図34】ウエハのそりに基づいて、ウエハの傾きを検出する光学系の実施例を示す図である。

【図35】ウエハのそりに基づいて、ウエハの傾きを検出する光学系の図34と異なる実施例を示す図である。

【図36】ウエハのそりに基づいて、空間フィルタの位置における0次回折光のずれを示す図である。

【図37】合傾範囲を示す図である。

【図38】検査ユニット（検出ヘッド）を傾き合わせ、及び自動焦点合わせさせるための機構を示す図である。

【図39】自動焦点合わせさせるための検出光学系を示す図である。

【図40】精密に自動焦点合わせさせるための検出光学系を示す図である。

【図41】自動焦点合わせするための各種信号処理波形を示す図である。

【図42】自動焦点合わせするための信号波形を示す図である。

【図43】信号 a 、 b 、 $(a-b)/(a+b)$ と ΔZ との関係を示す図である。

【図44】信号 a 、 a' 、 b 、 b' 、 $(a-b)/(a+b)$ 、 $(a'-b')/(a'+b')$ と ΔZ との関係を示す図である。

【図45】照明光学系の照明光束を用いて傾き検出と焦点検出とを行う光学系を示す正面図である。

【図46】照明光学系の照明光束を用いて傾き検出と焦点検出とを行う光学系を示す平面図である。

【図47】検査ユニット（検出ヘッド）をウエハ平面内で回転ずれ補正させる機構を示す斜視図である。

【図48】検査ユニット（検出ヘッド）を簡単に装着させる機構を示す図である。

【図49】本発明に係わるプロセス処理装置の搬送室上蓋に装着するダミー・ポートを示す図である。

【図50】本発明に係わるプロセス処理装置において、予備室に検査ユニットを設置した場合の実施例を示す図である。

【図51】本発明に係わるプロセス処理装置において、検査ユニットを搬送室の外側に設置して、照明光学系のミラーを搬送室内に設置した実施例を示す図である。

【図52】本発明に係わる検査ユニットにおいて迷光を遮光する実施例を示す図である。

【図53】本発明に係わるハンドリング機構（搬送ロボット）でウエハを搬送する場合についての説明図である。

【図54】本発明に係わるハンドリング機構（搬送ロボット）でウエハを搬送する場合において変位 x とその速度 $(x \text{ (ドット)})$ との関係を示す図である。

【図55】本発明に係わるハンドリング機構（搬送ロボット）でウエハを搬送する場合において速度 $(x \text{ (ドット)})$ とその逆数 T_i との関係を示す図である。

【図56】本発明に係わるチップ比較においてハンドリング機構（搬送ロボット）でウエハを搬送する場合における速度変動を考慮して行う構成と、本発明に係わるハンドリング機構（搬送ロボット）でウエハを搬送する場合における速度変動を考慮してリニアイメージセンサにおける蓄積時間を制御する構成を示す図である。

【図57】本発明に係わるプロセス処理装置において、検査ユニットでストックした鏡面ウエハを用いて異物検出を行う実施例を示す図である。

【図58】図57に示す実施例において鏡面ウエハを用いた場合の異物検出データを得る手法を説明するための図である。

【符号の説明】

1…異物検査装置、1a、1a'…検査ユニット（検出ヘッド）

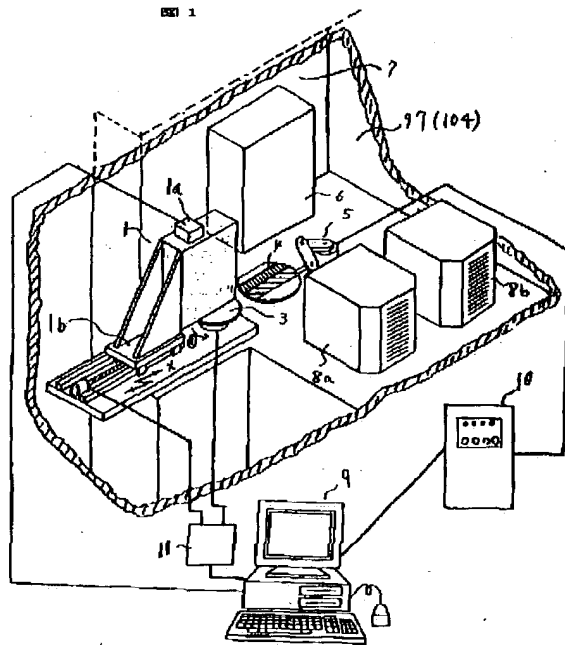
1b…走査ステージ、3…θステージ、4…ワーク（ウエハ）

5…ハンドリング機構（搬送ロボット）、5a…搬送ア

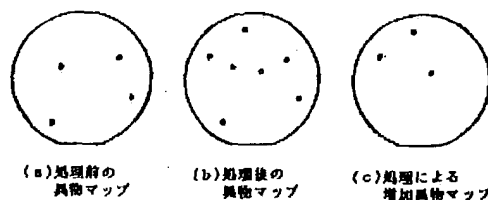
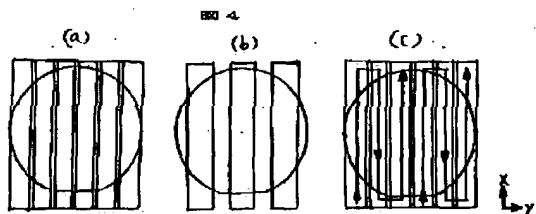
ム

6…バッファチャンバ、7…プロセス処理室
 8a, 8b…ワーク供給用ステーション（ローダ、アンローダ）
 9…データ処理部（CPU）、10…制御装置、11…検査制御装置
 20…異物データ解析コンピュータ、20g…データベース（ハードディスク）
 21…分析装置、22…検査装置、31…照明光学系、35…ミラー
 36…検出光学系、39…空間フィルタ
 37…テレセントリック光学系（対物レンズ）、40…リニアイメージセンサ
 41…照明された線状の光束、91…プロセス処理装置、92…処理室
 94…ガス流量測定ユニット、95…ガス圧測定ユニット

【図1】



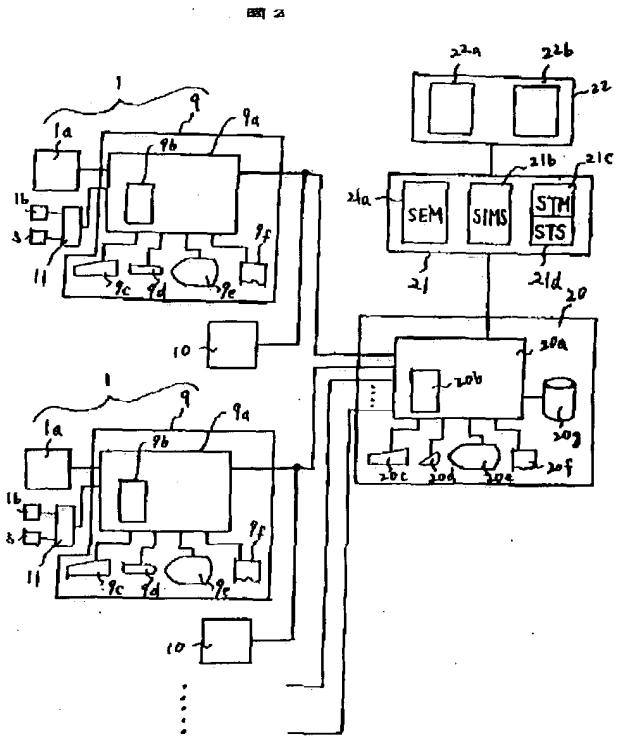
【図4】



ト

96…放射率測定ユニット、設備状態データ収集、98…ローディング室
 99…アンローディング室、101…反応室、102…ローダ部
 104…搬送室、105…上蓋、106…真空対応標準フランジ
 110…ウエハ回転検出系、111…ウエハコード識別装置
 131…ウエハストッカ、132…ウエハカセット
 133…ウエハカセット搬送ロボット、187…回転補正オペレータ
 189…メモリ、190…比較処理手段、186…回転検出処理

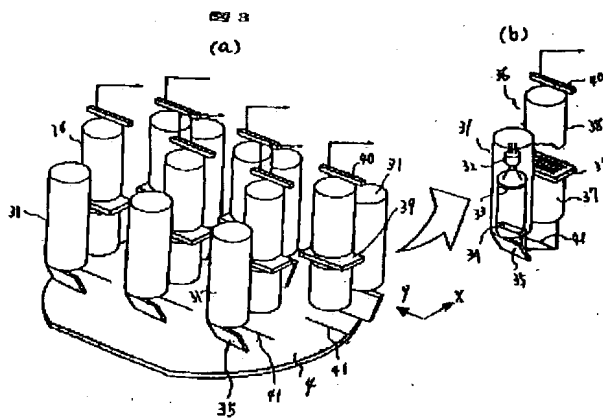
【図2】



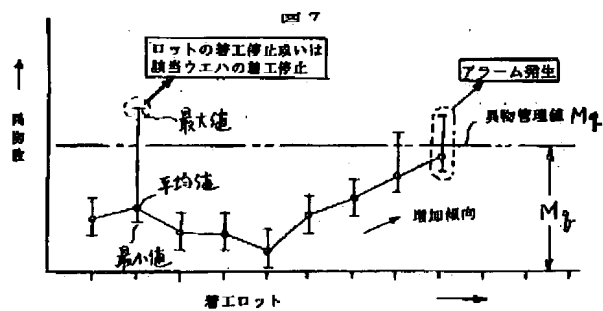
【図5】

図 5

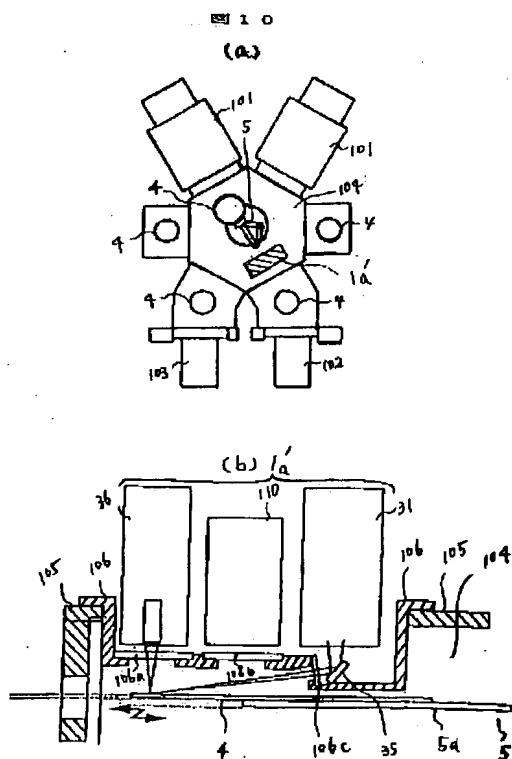
【図 3】



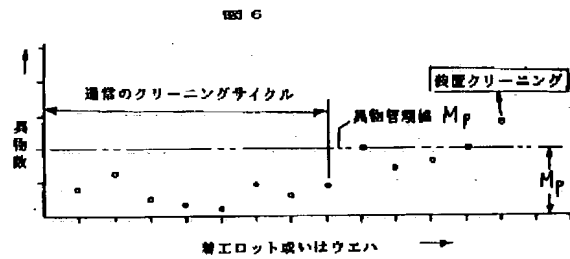
【図 7】



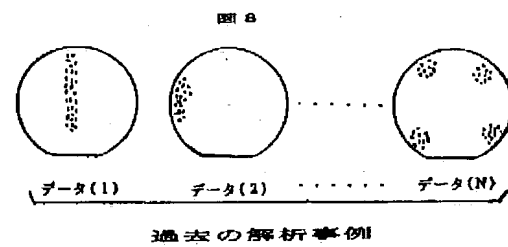
【図 10】



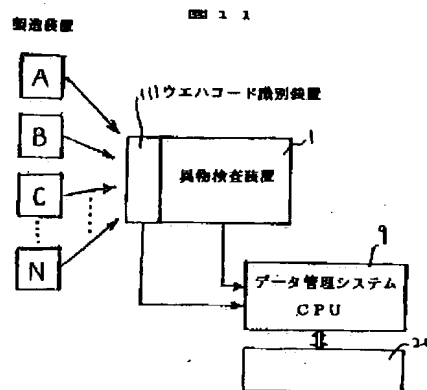
【図 6】



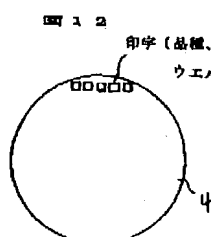
【図 8】



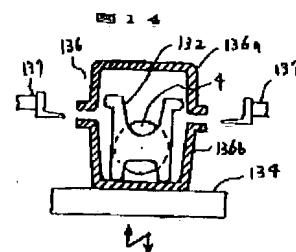
【図 11】



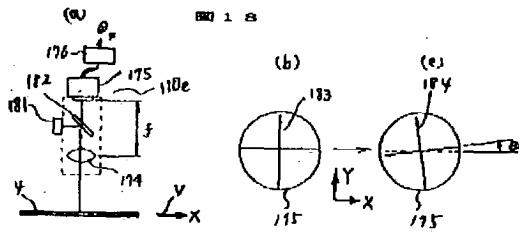
【図 12】



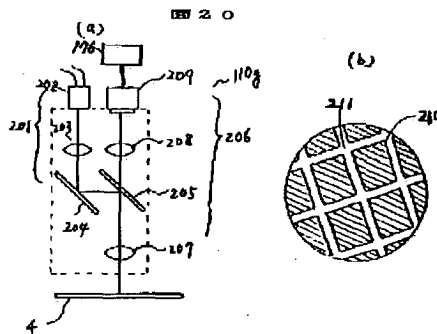
【図 14】



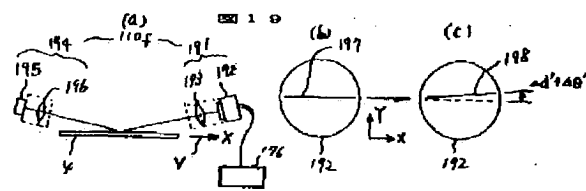
【図18】



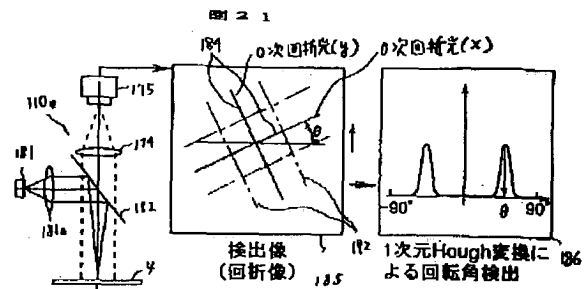
【図20】



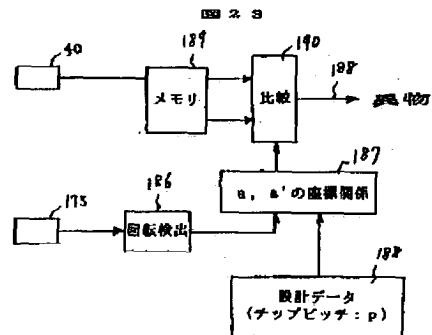
【図19】



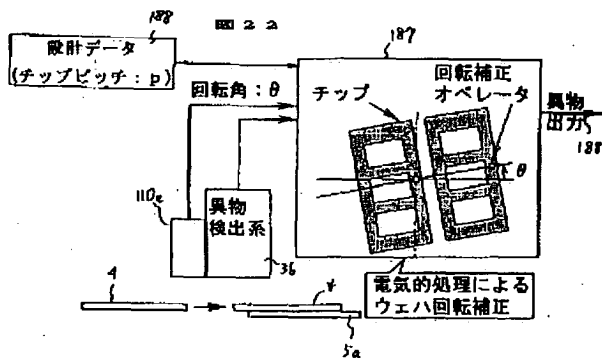
【図21】



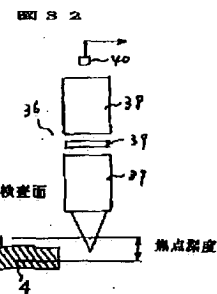
【図23】



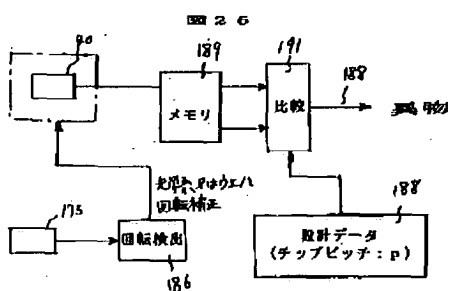
【図22】



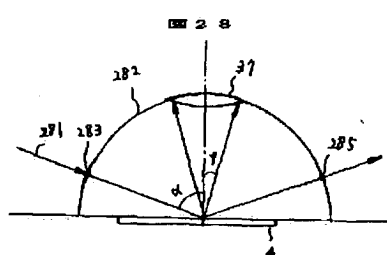
【図32】



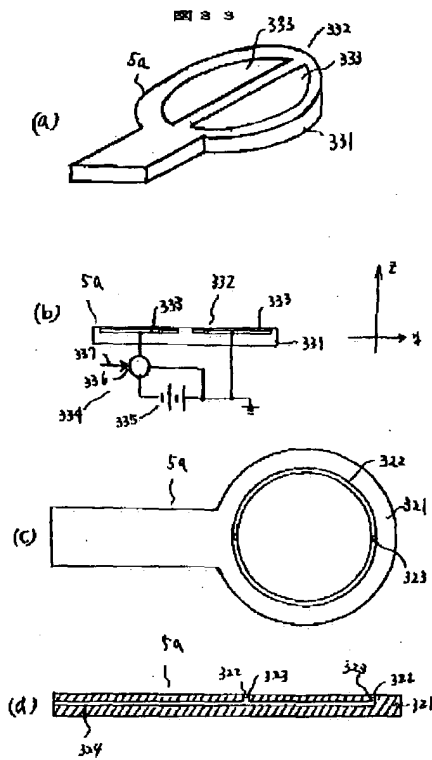
【図25】



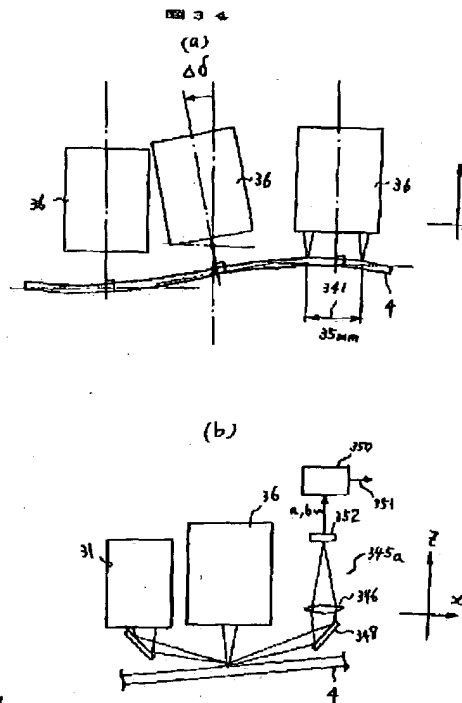
【図28】



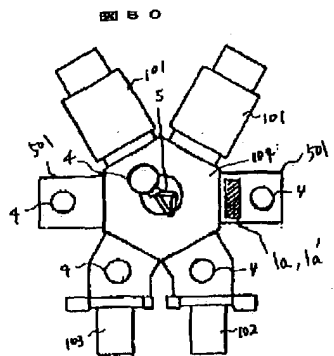
【図33】



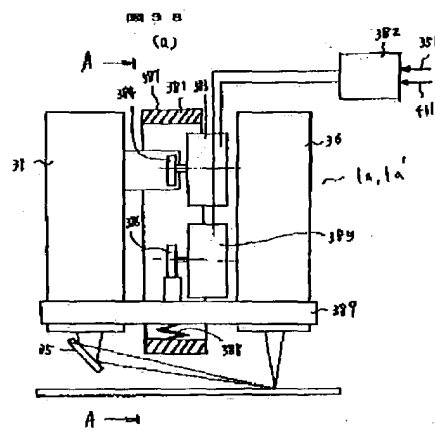
【図34】



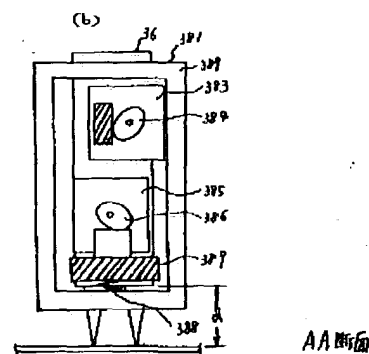
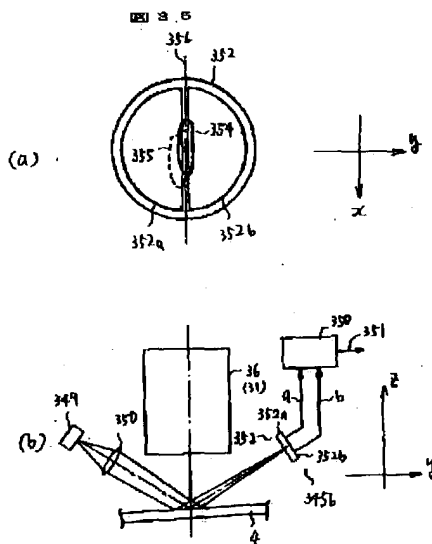
【図50】



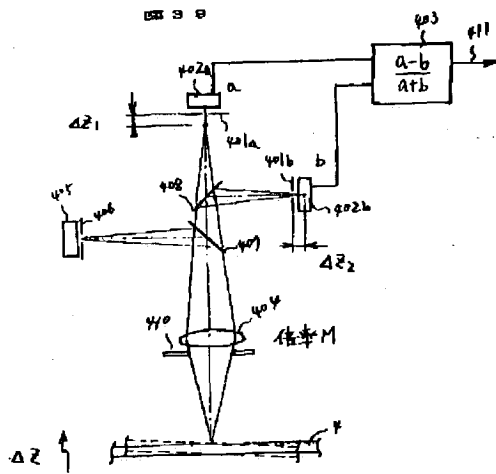
【図38】



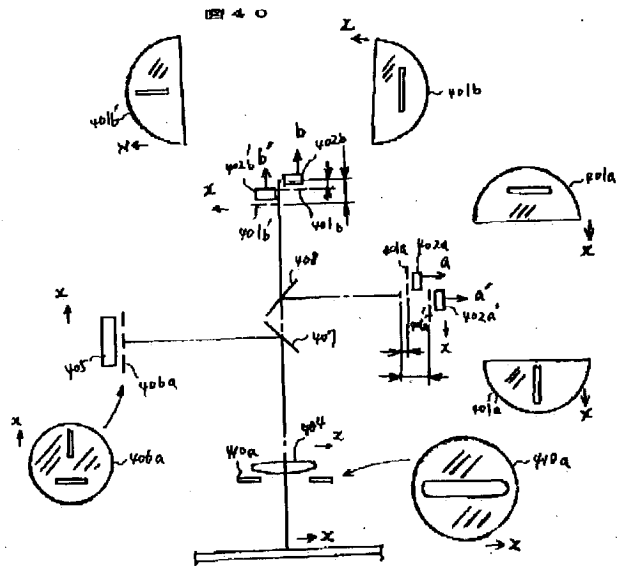
【図35】



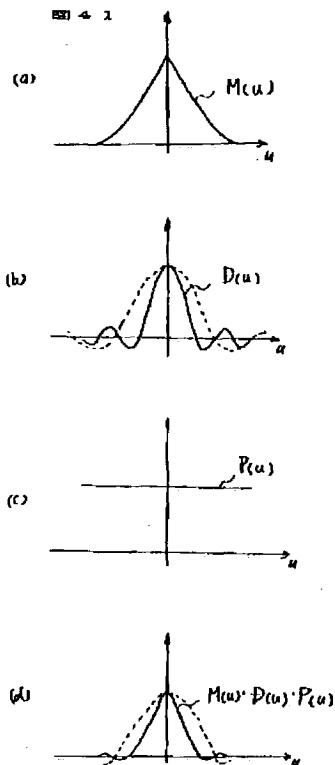
【図39】



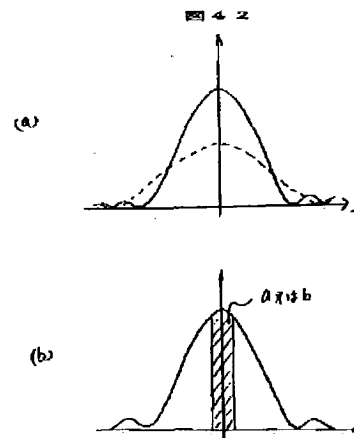
【図40】



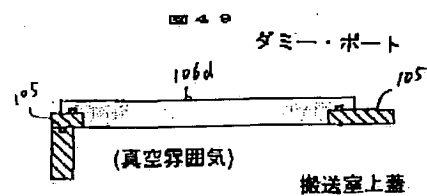
【図41】



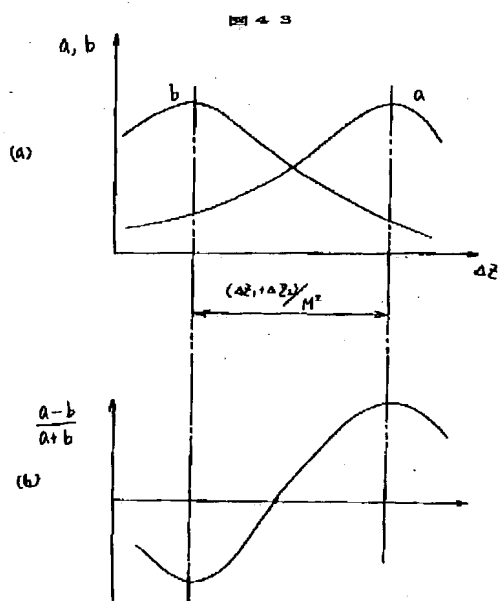
【図42】



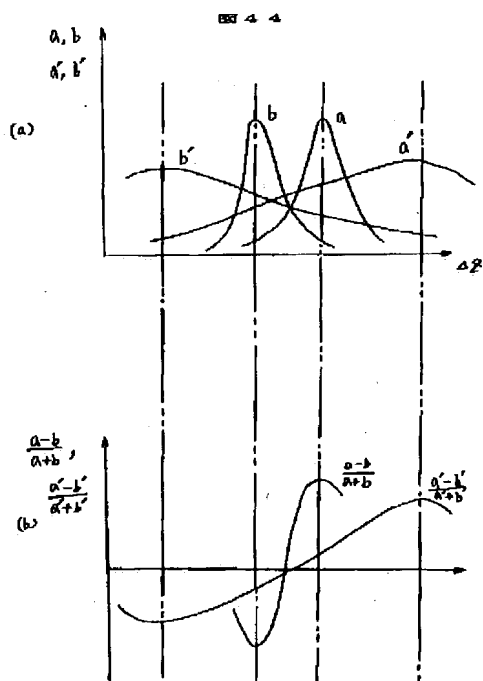
【図49】



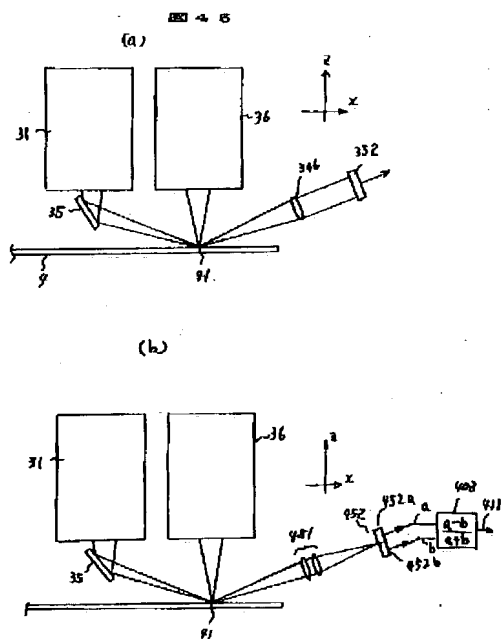
【図43】



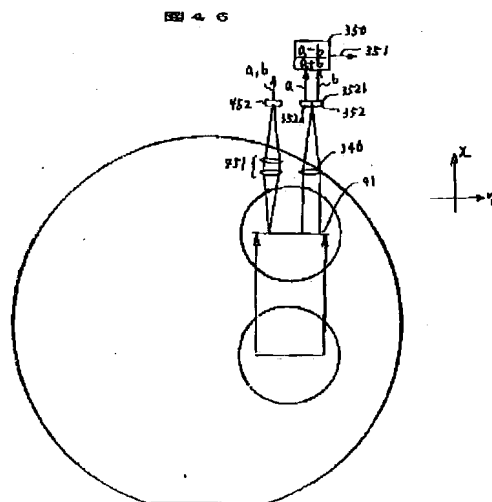
【図44】



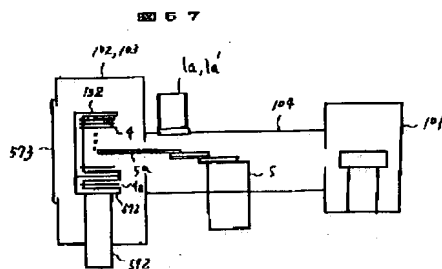
【図45】



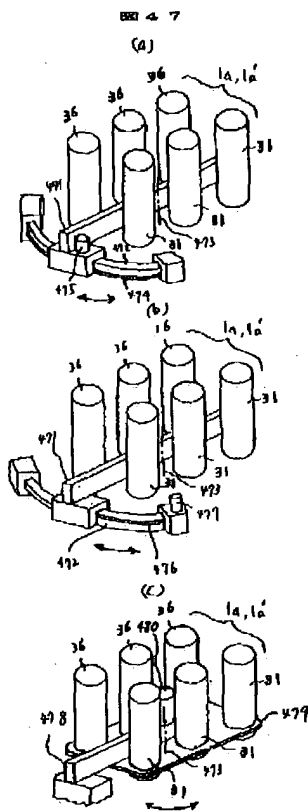
【図46】



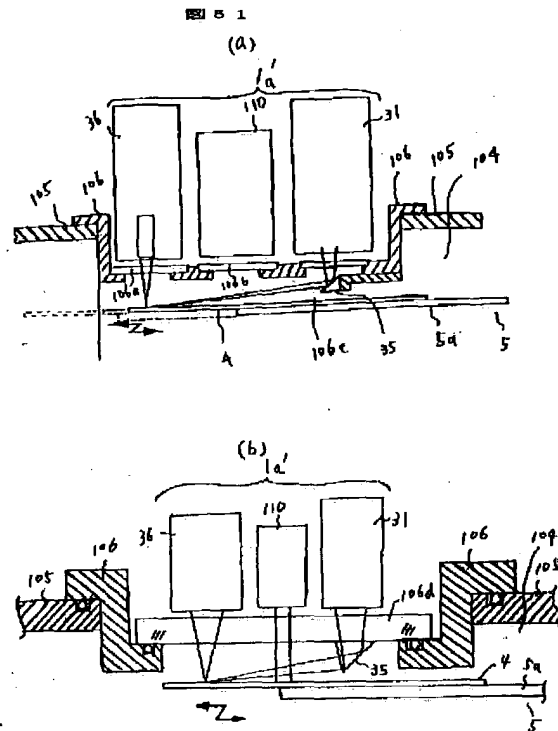
【図57】



【図47】

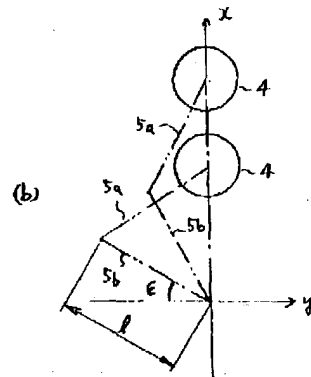
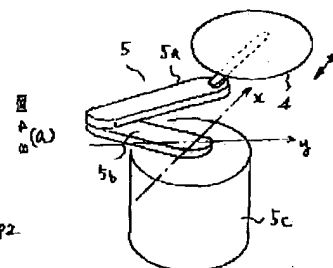
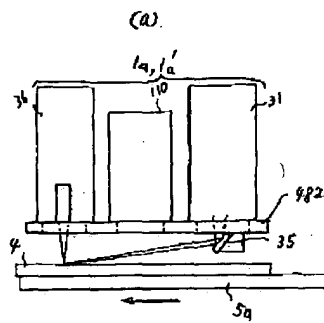
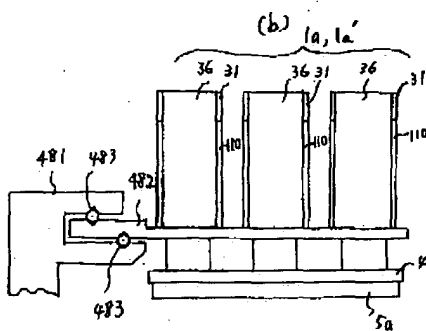


【図51】

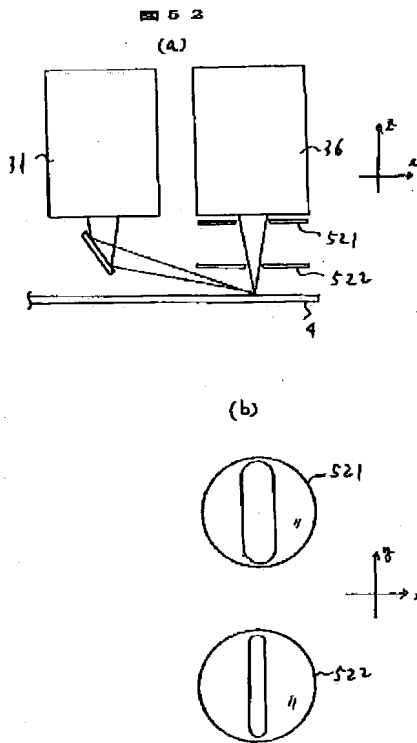


【図53】

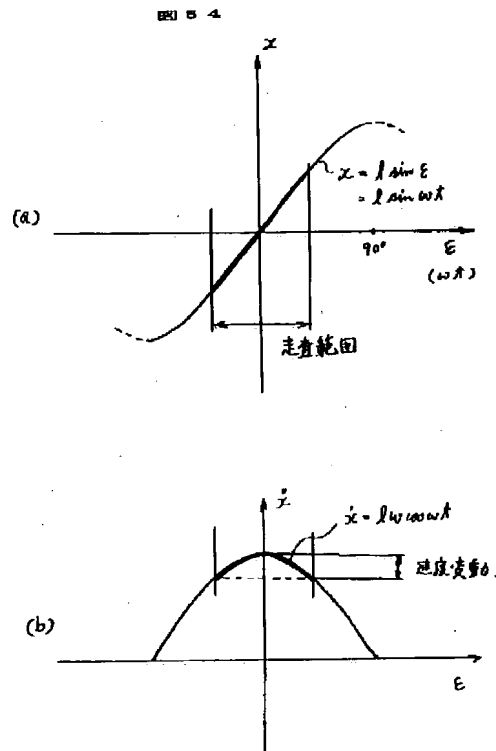
図53



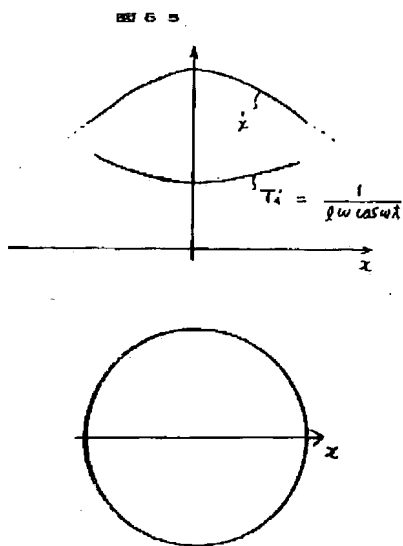
【図52】



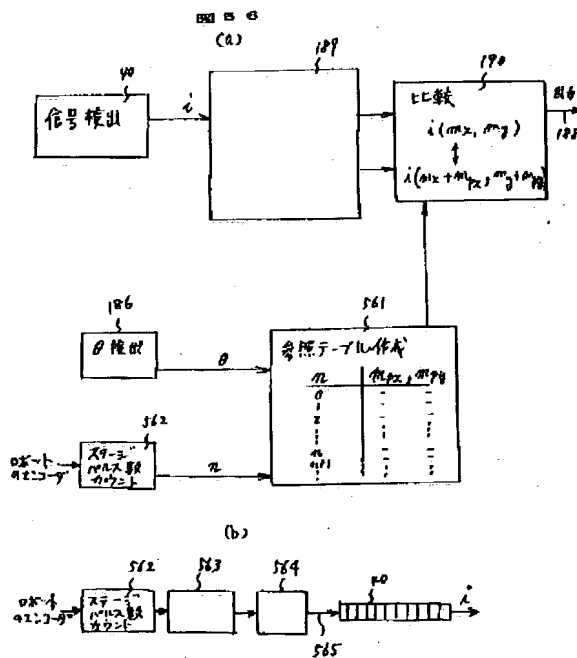
【図54】



【図55】



【図56】



【図58】

図 5 8



フロントページの続き

(72)発明者 西山 英利
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
 会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 土井 秀明
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
 会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 野口 稔
 神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式
 会社日立製作所生産技術研究所内

(72)発明者 執行 義春
 東京都小平市上水本町五丁目20番1号株式
 会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 松岡 一彦
 東京都小平市上水本町五丁目20番1号株式
 会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 渡辺 健二
 東京都小平市上水本町五丁目20番1号株式
 会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 大島 良正
 東京都小平市上水本町五丁目20番1号株式
 会社日立製作所半導体事業部内

(72)発明者 谷口 雄三
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地株
 式会社日立製作所内

(72)発明者 遠藤 文昭
 東京都小平市上水本町五丁目20番1号株式
 会社日立製作所半導体事業部内